



**Beynəlxalq Konfrans "Fizika-2005"**  
**International Conference "Fizika-2005"**  
**Международная Конференция "Fizika-2005"**

7 - 9  
iyun  
June 2005  
Июнь

səhifə  
page 868-869  
стр.

Bakı, Azərbaycan

Baku, Azerbaijan

Баку, Азербайджан

**ТЕНЗОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МОНОКРИСТАЛЛОВ**  
 **$TlMC_2^{VI} <Sn>$  (M - In, Ga, C-S, Se, Te).**

**КЕРИМОВА Э.М., МУСТАФАЕВА С.Н., АБАСОВА А.З., ИСМАИЛОВА П.Г.,**  
**КЕРИМОВ Р.Н., ЗАМАНОВА А.К., БИДЗИНОВА С.М.**

*Институт физики Национальной Академии Наук Азербайджана*  
*Аз 1143 проспект Г.Джавида 33*  
*E-mail: [ekerimova@physics.ab.az](mailto:ekerimova@physics.ab.az)*

Получены монокристаллы  $TlMC_2^{VI} <Sn>$  (M-In, Ga, C-S, Se, Te), обладающие высоким коэффициентом тензочувствительности и пригодные для создания на их основе высокочувствительных тензодатчиков.

Физические свойства слоисто-цепочечных полупроводников типа  $TlM^{III}C_2^{VI}$  (M-In, Ga; C-S, Se, Te) под влиянием внешних воздействий (температура, электрическое поле, электромагнитное и ионизирующее излучение, давление, интеркаляция) довольно подробно исследованы [1-11]. Было показано, что воздействием перечисленных внешних факторов можно управлять электрическими, фотоэлектрическими и оптическими свойствами указанных полупроводников. Кристаллы указанного типа могут служить активным материалом для фото-и рентген-детекторов и различных преобразователей.

Для датчиков специального назначения во многих областях современной полупроводниковой тензометрии требуются кристаллы с более высоким коэффициентом тензочувствительности при комнатной температуре. Результаты исследования показали, что цепочечные монокристаллы  $p$ -  $TlInSe_2$  характеризуются достаточно высоким коэффициентом тензочувствительности, равным  $K_\epsilon=400\div 500$  при 300 К и  $700\div 1000$  при температурах, выше комнатной [12]. С целью повышения коэффициента тензочувствительности при комнатной температуре нами получены твердые растворы  $(TlInSe_2)_x(TlInS_2)_{1-x}$  ( $0\leq x\leq 1$ ).

Указанные твердые растворы синтезированы путем сплавления компонентов в вакуированных при  $1,3\cdot 10^{-2}$  Па кварцевых ампулах. В качестве исходных компонентов использованы особо чистые элементы: таллий Тl-000, индий In-000, селен Se-осч-17-4, сера-000. Режим синтеза сплавов выбрали основываясь на температуре их плавления. Монокристаллы твердых растворов  $(TlInSe_2)_x(TlInS_2)_{1-x}$  ( $0\leq x\leq 1$ ) были выращены методом Бриджмена с применением электронных

терморегуляторов для поддержания оптимального теплового режима в процессе кристаллизации. Скорость фронта кристаллизации при этом варьировалась от 0,5 до 3,0 мм/ч. Образцы для измерений были получены скалыванием кристаллов по плоскости спайности. Поверхность скола была зеркальной и не требовала механической обработки. Полученные образцы имели форму прямоугольного параллелепипеда размерами  $0,2\times 0,2\times 2,3$  мм<sup>3</sup>. Тензочувствительность вычислялась по формуле:

$$K_\epsilon = (R_\epsilon - R_0) / R_0 \epsilon,$$

где  $R_0$  и  $R_\epsilon$  - сопротивления образца до и после деформации,  $\epsilon$ -деформация изгиба. Наибольший коэффициент тензочувствительности имели монокристаллы состава  $(TlInSe_2)_{0,8}(TlInS_2)_{0,2}$ .

На рисунке приведена экспериментальная полученная зависимость относительного изменения сопротивления образца  $(TlInSe_2)_{0,8}(TlInS_2)_{0,2}$  от величины деформации ( $\epsilon$ ). Как видно из этого рисунка величина  $(R_\epsilon - R_0) / R_0$  вначале резко растет с увеличением  $\epsilon$ , а затем достигает насыщения.

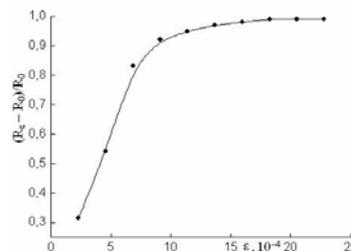


Рис. Зависимость относительного изменения сопротивления образца  $(TlInSe_2)_{0,8}(TlInS_2)_{0,2}$  от величины деформации при  $T=300$  К.

Тензочувствительность изученных твердых растворов состава  $(TlInSe_2)_{0,8}(TlInS_2)_{0,2}$  при 300К составляла  $430 \div 1400$  при  $\epsilon = (2,3 \div 23) \cdot 10^{-4}$ .

Изучена также фотопроводимость монокристаллов  $(TlInSe_2)_{0,8}(TlInS_2)_{0,2}$  при одноосном сжатии и растяжении. Установлено, что при одноосном сжатии этих монокристаллов их фотопроводимость увеличивается в 4,5 раза, а при растяжении в том же направлении фотопроводимость уменьшается по сравнению с недеформированным кристаллом.

Еще более высокие коэффициенты тензочувствительности имели монокристаллы  $TlGa_xSn_{1-x}Te_2$  ( $0,990 \leq x \leq 0,995$ ).

Синтез  $TlGa_xSn_{1-x}Te_2$  производили в вакуумированных кварцевых ампулах путем легирования кристаллов  $TlGaTe_2$  оловом. Дифференциально-термический анализ и дифрактометрическое изучение продуктов синтеза показали, что Sn замещает Ga. Затем из продукта синтеза получали монокристаллы. Монокристаллы  $TlGa_xSn_{1-x}Te_2$  были выращены методом Бриджмена-Стокбаргера. Полученные монокристаллы были игольчатыми. Для изготовления образцов монокристаллический слиток скалывался на отдельные иглы. При этом шлифовка и полировка образцов не требуются. Размеры образцов для измерений составляли  $[11 \times (1,0 \div 1,5) \times (0,5 \div 0,9)]$  мм<sup>3</sup>. Для замеров сопротивлений монокристаллических образцов до и после деформации на их торцы были нанесены контакты из эвтектики In-Ga так, что в процессе измерений электрическое поле к образцам прикладывалось вдоль игл монокристалла, а расстояние между этими контактами составило 11 мм.

Монокристаллический образец  $TlGa_xSn_{1-x}Te_2$  приклеивался на стальную упругую подложку толщиной 0,01 см. Замерялось сопротивление ( $R_0$ ) монокристалла. Затем подложка вместе с образцом

под действием одноосного давления подвергалась изгибу ( $\epsilon$ ) и производился замер сопротивления образца в деформированном состоянии ( $R_\epsilon$ ). Коэффициент тензочувствительности образца рассчитывался по формуле, приведенной выше.

Образцы монокристаллов  $TlGa_xSn_{1-x}Te_2$  выдерживали деформацию на изгиб с радиусом кривизны до 6,2 мм и обладали высоким коэффициентом тензочувствительности при комнатной температуре. Наибольший коэффициент тензочувствительности имели образцы монокристалла состава  $TlGa_{0,993}Sn_{0,007}Te_2$ . Значения коэффициентов тензочувствительности монокристаллов  $TlGa_xSn_{1-x}Te_2$  приведены в таблице.

Полученные значения коэффициента тензочувствительности были стабильными при циклических изгибных деформациях, т.е. изученные монокристаллы могут быть использованы как тензодатчики.

Таблица. Составы тензочувствительного материала  $TlGa_xSn_{1-x}Te_2$  и соответствующие коэффициенты тензочувствительности при 300 К.

Материал датчика	Коэффициент тензочувствительности	Размеры, мм <sup>3</sup>
$TlGa_{0,991}Sn_{0,009}Te_2$	$1200 \div 2000$	$11 \times 1,5 \times 0,7$
$TlGa_{0,993}Sn_{0,007}Te_2$	$1800 \div 2700$	$11 \times 1,0 \times 0,9$
$TlGa_{0,995}Sn_{0,005}Te_2$	$1100 \div 1900$	$11 \times 1,0 \times 0,5$

- [1]. Э.М.Керимова, С.Н.Мустафаева, Р.Н.Керимов, Г.А.Гаджиева. Неорган. материалы, 1999. т.35, №11, с.1313-1314.
- [2]. E. Kerimova, S. Mustafaeva, D. Guseinova, I. Efendieva, S. Babaev, T.G. Mamedov, T.S. Mamedov, Z. Salaeva, K. Allakhverdiev. Phys. Stat. Sol. (a), 179, (2000), p. 199-203.
- [3]. С.Н. Мустафаева. Неорган. материалы. 1994, т.42, №8, с.1033-1036.
- [4]. G.D. Guseinov, S.B. Kyazimov, E.M. Kerimova, I.S. Gorban, V.A. Gubanov, N.M. Beyli, A.V. Bobyr. Turkish Journal of Physics. 1994, v.18, № 7, p.721-725..
- [5]. O.Z. Alekperov, M.A. Aljanov, E.M. Kerimova. Turkish Journal of Physics. 1998. v.2, p.1-6.
- [6]. K. Okazaki, K. Tanaka, A. Fujimori, L.F. Mattheiss, S. Lida, E. Kerimova, N. Mamedov. Physical Review B, 2001, v.64, p. 045210-045215.
- [7]. Э.М. Керимова, С.Н. Мустафаева А.Б. Магеррамов. Неорган. материалы, 1997. т.33, №11, с.1325-1326.
- [8]. С.Н. Мустафаева, В.А. Алиев, М.М. Асадов. ФТТ, 1998. т.40, №1, с.48-51.
- [9]. С.Н. Мустафаева, Э.М. Керимова, Н.З. Гасанов. ФТП, 1998. т.32, №2, с.145-147.
- [10]. Z. Seidov, H.-A. Krug von Nidda, J. Hemberger, A. Loidl, G. Sultanov, E. Kerimova, A. Panfilov. Physical Review B, 2001, v. 65, p. 014433-1-014433
- [11]. A.Z. Abasova, E.M.Kerimova, G.A. Muradova, A.M. Pashaev. Proceed. of the 11<sup>th</sup> Int. Conf. on Ternary and Multinary Compounds, ICTMC-11, Salford, 8-12 September, 1997, p. 983-988.
- [12]. E.M. Kerimova, S.N. Mustafaeva, S.I. Mekhtieva, R.N. Kerimov. Abstract of the 3 Intern. Conf. "Physics and Industry -2001". Golitsino. Moscow. Russia, May 14-16, 2001. p. 192.