

Д. т. н. Ю. А. ЗАГОРУЙКО, В. А. ХРИСТЬЯН,
к. ф.-м. н. О. А. ФЕДОРЕНКО

Украина, г. Харьков, Институт монокристаллов
НТК «Институт монокристаллов» НАНУ
E-mail: zagoruiko@isc.kharkov.ua

Дата поступления в редакцию
04.01.2010 г.

Оппонент д. х. н. В. Н. ТОМАШИК
(ИФП им. В. Е. Лашкарёва, г. Киев)

ФОТОЭЛЕКТРОСТИМУЛИРОВАННАЯ ПАССИВАЦИЯ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ -ДЕТЕКТОРОВ

Предложен новый физический метод пассивации $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ -детекторов, существенно уменьшающий поверхностные токи утечки таких детекторов.

Кристаллический $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ (CZT) является одним из самых перспективных материалов для изготовления датчиков γ - и рентгеновского излучения. С целью уменьшения токовых утечек и предотвращения деградации спектрометрических характеристик детекторов проводят пассивацию их боковых поверхностей. Методы пассивации подразделяются на химические и физические, применяется также комбинация этих методов. Наиболее распространены химические методы, приводящие к образованию на поверхности $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ защитных сульфидных или оксидных пленок. К физическим методам пассивации поверхности относятся метод ионно-лучевого и плазменного распыления пассивирующей защитной пленки в вакуумной установке с использованием электродугового разряда, методы окисления в потоке как низко-, так и высокоэнергетичных атомов кислорода и др. [1—3]. Указанные методы пассивации имеют ряд недостатков: физические — трудоемки и требуют сложной аппаратуры, а химические предполагают контакт образца с водой, которая является потенциальным источником загрязнения поверхности кристалла, что снижает его поверхностное электрическое сопротивление. Поэтому разработка новых эффективных методов пассивации поверхности $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ -детекторов является актуальной задачей.

Исследования проводили на неориентированных образцах ($5 \times 5 \times 4$ мм), которые изготавливали из кристаллов $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$, выращенных методом Бриджмена, и подвергали стандартной механической обработке (шлифовке и полировке). На две противоположные грани каждого образца методом химического осаждения наносили золотые контакты. Перед пассивацией и после нее измеряли электрическое сопротивление, токи утечки и вольт-амперные характеристики образцов.

Для пассивации боковой поверхности детекторов ранее [4] нами была предложена фотостимулированная пассивация (ФСП), проведение которой в воздушной атмосфере приводит к образованию на поверхности высокоомных оксидных пленок. Это существенно увеличивает электросопротивление и бо-

лее чем на порядок (в 12—16 раз) уменьшает токи утечки спектрометрических сенсоров. Следует, однако, отметить, что ФСП не позволяет получать толстые (толщиной более 50 нм) высокоомные оксидные пленки, которые необходимы для предотвращения деградации электрических и спектрометрических характеристик детекторов. В то же время экспериментальные исследования [5] показали возможность получения толстых (более 5 мкм) высокоомных пленок ZnO на поверхности кристаллов ZnSe при их окислении в условиях одновременного воздействия интенсивных световых облучений и электрических полей. Поэтому в развитие метода ФСП, с учетом данных [5], нами предложен новый метод пассивации — фотоэлектростимулированная пассивация (ФЭСП) кристаллов $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$.

Метод ФЭСП отличается от метода ФСП тем, что в процессе пассивации на детектор воздействует не только интенсивное УФ-излучение, но и интенсивное постоянное электрическое поле, приложенное к его электродам (рис. 1). В процессе пассивации величину электрического тока, протекающего через детектор, контролируют и поддерживают постоянной путем увеличения приложенного электрического напряжения.

Одновременное нетермическое воздействие УФ-облучения и электрического поля приводит к значительному ускорению окислительно-диффузионных процессов на поверхности кристаллов $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$, в результате чего на поверхности подложек образуются высокоомные оксидные пленки толщиной около 150 нм и выше.

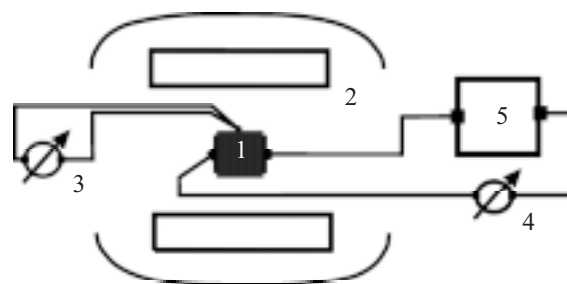


Рис. 1. Схема установки для проведения ФЭСП:
1 — образец; 2 — источники ультрафиолетового излучения; 3 — термопара; 4 — микроамперметр; 5 — источник напряжения

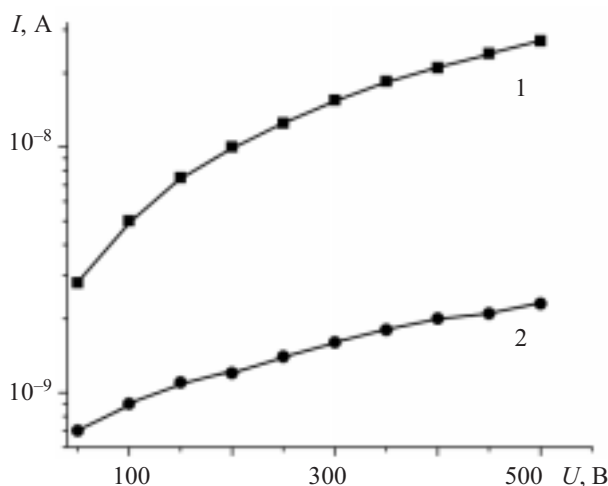


Рис. 2. ВАХ $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ -детектора до (1) и после (2) проведения ФЭСП его боковых поверхностей

В исследуемых образцах измерялось электрическое сопротивление и поверхностные токи утечки до и после проведения ФЭСП. Установлено, что сопротивление увеличивалось в 10—25 раз, а токи утечки уменьшались в среднем в 20 раз.

Из приведенных на рис. 2 вольт-амперных характеристик лучшего из исследованных образцов $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ -детекторов видно, что в результате ФЭСП его электрическое сопротивление увеличилось более чем в 26 раз, а токи утечки уменьшились почти в 30 раз. Такое изменение электросопротивления позволяет повысить рабочее напряжение, приложенное к детектору, что необходимо для улучшения его энергетического разрешения.

Полученные результаты указывают на то, что по сравнению с ФСП разработанный метод ФЭСП приводит к более существенному увеличению электрического сопротивления образцов $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ и к уменьшению поверхностных токов утечки в них. Экспериментальные данные свидетельствуют об уменьшении каналов токовых утечек, обусловленных нарушением в приповерхностном слое полупроводникового материала его стехиометрического состава. Вероятно, для толстых высокоомных оксидных пленок, полученных при ФЭСП, снизится также и вероятность деградации их электрических и спектральных характеристик, что, однако, требует специального исследования.

Следует отметить, что разработанный метод ФЭСП не только является технологичным, но и позволяет

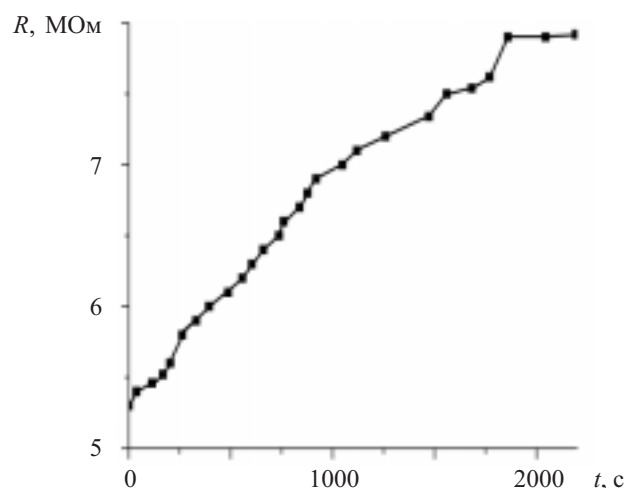


Рис. 3. Изменение электрического сопротивления кристаллов $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ в процессе ФЭСП

непосредственно в процессе пассивации контролировать изменение электрического сопротивления образцов (рис. 3).

Таким образом, предложенный новый перспективный метод фотоэлектростимулированной пассивации $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ -детекторов приводит к еще более существенному, чем фотостимулированная пассивация, увеличению поверхностного электрического сопротивления $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ -детекторов и к снижению токов утечки по их боковым поверхностям.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Pat. 6043106 USA. Method for surface passivation and protection of Cadmium Zinc Telluride crystals / Mark J. Mescher, Ralph B. James, Tuviah E. Schlesinger, Haim Hermon.—28.03 2000.
2. Pat. 7001849 USA. Surface treatment and protection method for Cadmium Zinc Telluride crystals / Gomez W. Wright, Ralph B. James, Arnold Burger, Douglas A. Chinn.—21.02 2006.
3. Rybka A. V., Leonov S. A., Prokhoretz I. M. et al. Influence of detector surface processing on detector performance // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research.— 2001.— Vol. A458.— P. 248—253.
4. Пат. 40036 Украины. Способ получения спектрометрического детектора на основе соединения CdZnTe / Ю. А. Загоруйко, О. А. Федоренко, Н. О. Коваленко и др.— 20.02 2009.
5. Zagoruiiko Yu. A., Kovalenko N. O., Mateychenko P. V. et al. ZnO films obtained by photoelectro-thermal oxidation their properties, and possibilities of practical application // Crystallography Reports.— 2008.— Vol. 53, N 7.— P. 1173—1176.