МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИКА ТВЁРДОГО ТЕЛА

Сборник материалов
XIX Российской студенческой конференции,
посвященной 85-летию кафедры физики твёрдого тела
физического факультета ТГУ
(13–17 мая 2024 г.)

Томск
Издательство Томского государственного университета
2024

УДК 539.2; 539.9; 537
ББК Г 534
Ф503

Ф503 **Физика твердого тела:** сборник материалов XIX Российской студенческой конференции, посвященной 85-летию кафедры физики твёрдого тела физического факультета ТГУ (13–17 мая 2024 г.) / под ред. Д.А. Осипова. – Томск : Изд-во ТГУ, 2024. – 132 с.

ISBN 978-5-907722-83-5

Сборник содержит материалы, представленные студентами, аспирантами и молодыми учеными на XIX Российской студенческой конференции «Физика твердого тела» (ФТТ-2024). Тематика сообщений посвящена исследованию электронного строения, кристаллической структуры, фазовых переходов, электрофизических, поверхностных, оптических и механических свойств твердых тел.

Для широкого круга исследователей, занимающихся проблемами физики твердого тела.

УДК 539.2; 539.9; 537
ББК Г 534

Организаторы конференции:

Национальный исследовательский Томский государственный университет;
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН;
Институт сильноточной электроники СО РАН;
Институт физики полупроводников СО РАН;

Редакционныонная коллегия:

д-р физ.-мат. наук Эрвье Ю.Ю.; д-р физ.-мат. наук Дитенберг И.А.; д-р физ.-мат. наук Мейснер Л.Л.; д-р физ.-мат. наук Литовченко И.Ю.; д-р физ.-мат. наук Дмитриев А.И.; д-р физ.-мат. наук Панченко Е.Ю.; д-р физ.-мат. наук Шилько Е.В.; канд. физ-мат. наук Бобровникова И.А.; канд. физ-мат. наук Аникеев С.Г.; канд. физ-мат. наук Артюхова Н.В.; канд. физ-мат. наук Ефтифеева А.С.; канд. физ.-мат. наук Корчуганов А.В.; канд. физ.-мат. наук Никонов А.Ю.; канд. физ.-мат. наук Осипов Д.А.; канд. физ.-мат. наук Остапенко М.Г.; канд. техн. наук Смирнов И.В.; канд. физ.-мат. наук Сёмин В.О.;

ISBN 978-5-907722-83-5

СВОЙСТВА ФОТОДЕТЕКТОРОВ НА ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ $Ga_2O_3/ZnGeP_2$

С.Н. Подзывалов, Е.С. Слюнько, А.Б. Лысенко

Национальный исследовательский
Томский государственный университет, Томск

E-mail: cginen@yandex.ru

Бурное развитие нелинейной оптики привело к появлению целого ряда нелинейных кристаллов, используемых для целей удвоения частоты, параметрической генерации, генерации суммарных и разностных частот. Одним из таких нелинейных кристаллов является $ZnGeP_2$, который в то же время является полупроводником. Для расширения возможностей использования данных кристаллов необходимо исследовать поведение в них примесей и дефектов. Впервые на базе материалов Ga_2O_3 и $ZnGeP_2$ были получены фотодетекторы, способные работать в фотовольтаическом режиме. Проведенные эксперименты со структурами $Ga_2O_3/ZnGeP_2$, показали их высокую чувствительность к ультрафиолетом излучению.

Целью исследования стоит задача изучить влияние примеси на электрические и фотоэлектрические характеристики гетероструктур $Ga_2O_3/ZnGeP_2$.

Структуры $Ga_2O_3/ZnGeP_2$ обнаруживают чувствительность в дальнем УФ диапазоне и при воздействии длинноволнового излучения. Поэтому на их основе могут быть разработаны двуполостные детекторы. Гетероструктуры $Ga_2O_3/ZnGeP_2$ обладают фотовольтаическим эффектом, что позволяет использовать такие устройства для работы в автономном режиме. Свойства гетероструктур определяются характеристиками контактируемых материалов и гетерограницы.

$ZnGeP_2$ – это полупроводник *p*-типа проводимости с шириной запрещенной зоны $E_g \approx 2.0$ эВ при 300К. Для нелегированных кристаллов, полученных методом Бриджмена или горизонтально направленной кристаллизацией, концентрация дырок $p_0 = (1{,}5 – 2) \cdot 10^{11}$ см$^{-3}$, а подвижность носителей заряда $\mu_p = (92 – 230)$ см^2/В·с [1].

β-Ga_2O_3 при комнатной температуре является изолятором, а при 500°С и выше обладает свойствами полупроводника, ширина запрещенной зоны которого лежит в интервале 4.23–5.24 эВ в зависимости от способа получения и последующих обработок. Термическая стабильность β-Ga_2O_3 позволяет использовать оксид галлия для разработки устройств, предназначенных для работы при повышенных температурах [2].

Образцы получали ВЧ-магнетронным напылением пленки оксида галлия на полированные пластины $ZnGeP_2$, нелегированные и легированные Sn, Se, Pb либо Zn. Показано, что введение олова и селена приводит к

снижению темновых токов образцов по сравнению со структурами на нелегированных кристаллах ZGP (рис. 1).

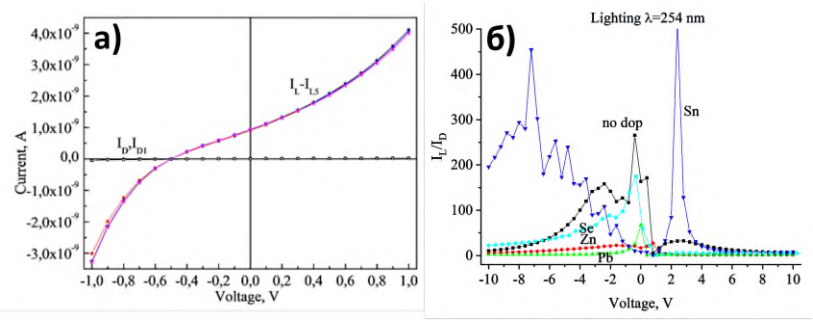

Рис. 1: а – Темновые ВАХ (ID, ID1) и при излучении с λ = 254 nm (IL), измеренные при непрерывном действии UV; б – Зависимость отношения I_L/I_D от напряжения на структуре при воздействии УФ излучения с оптической мощностью $P = 3\cdot10^{-3}$ W

Структуры обнаруживают фотовольтаический эффект под влиянием излучения как в UV диапазоне (254 nm), так и в длинноволновом при действии света с λ = 445, 808 и 1064 nm. Для получения солнечно слепых структур необходимо использовать кристаллы ZGP:Sn. Наибольший эффект снижения чувствительности к UV получен для образцов $Ga_2O_3/ZnGeP_2$:Pb.

Чтобы повысить чувствительность образцов к длинноволновому излучению пластины $ZnGeP_2$ целесообразно легировать Pb либо Zn. Поведение электрических и фотоэлектрических характеристик исследованных образцов при введении разных примесей не связано с параметрами ZGP, а, скорее всего, определяется изменением свойств гетерограницы $Ga_2O_3/ZnGeP_2$ в результате легирования.

Литература

1. Bulgakova V., Ushakov A., Chizhov P., Yudin N., Zinovev M., Podzyvalov S., Dolmatov T., Bukin V., Garnov S. Terahertz generation by means of $ZnGeP_2$ large aperture photoconductive antenna // Optical Engineering. – 2021. – Vol. 60, № 8. – P. 082015-1 – 082015-6.
2. Stepanov S.I, Nikolaev V.I. Gallium oxide: properties and applications - a review // Rev. Adv. Mater. 2016. – Vol. 44. – P. 63–68.