

Особенности характеристик гетеропереходных структур на кристаллах 2-5 с оксидами Индия и Олова

Вячеслав Панасенко, Дмитрий Ткаченко, Иван Стамов, Николай Сырбу
Физико - математический факультет
Приднестровский Государственный университет имени Т.Г.Шевченко
г. Тирасполь,
istamov51@mail.ru

Аннотация – The heterojunction of photosensitive structures based on birefractive crystals with indium-tin oxides are obtained. The electric and photoelectric properties are investigated. The photocurrent spectra and electrical characteristics are formed by the parameters of semiconductors and the features of the energy diagrams of heterostructures.

Ключевые слова – бифрактивные кристаллы, гетеропереходы (ГП), фотоэлектрические свойства, электрические характеристики

1. ВВЕДЕНИЕ

Исследования бифрактивных кристаллов с полупроводниковыми свойствами представляют большой интерес для перспектив развития поляризационной оптоэлектроники. На их основе могут быть созданы приемники поляризованного излучения, датчики поляризации света, солнечные преобразователи, элементы и устройства волоконно-оптических систем передачи. К таким материалам относятся соединения группы A^2B^5 , кристаллы которых характеризуются высокими значениями параметров двулучепреломления и гиротропии. Они являются перспективными для создания оптических фильтров и изоляторов, устройств регистрации и преобразования поляризованного излучения и других приборов для работы в окнах прозрачности оптических волокон.

2. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Слои ИТО, на подложки исследуемых полупроводников, подогретые до температуры 200 °С, нами были получены методом магнетронного распыления сплава индия с оловом в кислород содержащей атмосфере.

Спектры фототока ГП ИТО - CdP_2 (образец №1) представлены на рис. 1,а. Напряжение, приложенное «+» к ИТО и «-» к CdP_2 приводит к увеличению фототока генерируемого в ОПЗ CdP_2 и подавлению фототока в области длин волн с $\lambda < 505$ нм. В области длин волн $\lambda < 505$ нм при напряжении $U > 0.1$ В и указанной выше полярности фототок полностью подавлен. При

напряжении $U < 0.1$ В и полярности приложенного напряжения «-» к ИТО и «+» к CdP_2 знак фототока в этой области длин волн инвертирован и растет по абсолютной величине с ростом напряжения смещения, при этом граница инверсии фототока и положительный максимум сдвигаются в коротковолновую область спектра.

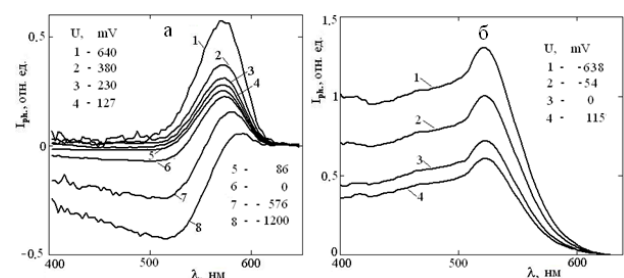


Рис.1. Спектры фототока ГП ИТО- CdP_2 /-ИТО №1 - а, ИТО-n/ CdP_2 / -ИТО №2 - б.

На рис. 1,б представлены спектры фототока образца №2. Во всей области спектра 615 – 300 нм фототок имеет униполярный характер с максимумом на длине волны $\lambda = 522$ нм. Фототок увеличивается при напряжении приложенном «-» к ИТО и «+» к CdP_2 . Незначительный подъем фототока проявляется в области длин волн 477 нм и начиная с длины волны $\lambda = 424$ нм с максимумом на длине волны $\lambda = 400$ нм. Коротковолновый край фототока определяется поглощением света в слое ИТО, начинается при $\lambda < 380$ нм, при длинах волн $\lambda < 310$ нм пропускание ИТО и фототок практически равны нулю. Примесные полосы поглощения света в слое ИТО, достаточно широкие, проявляются в областях длин волн 700-500 нм с максимумом на длине волны $\lambda = 630$ нм и 500-380 нм с максимумом 410 нм и в спектрах фототока не проявляются.

Спектры ГП ИТО- α - ZnP_2 на всех исследуемых образцах представляют собой узкие пики с максимумом

на длине волны 518 нм и шириной на полувысоте равной 30 нм ((рис.2,а)).

В области края поглощения ГП ИТО-β-ZnP₂ (рис.2,б) проявляется подъем, который связан с экситонным поглощением света (энергия связи экситона равна 43 мэВ и при комнатной температуре экситонный пик n=1 серии С проявляется в спектрах поглощения и фототока), а также поглощением на примесном комплексе [1].

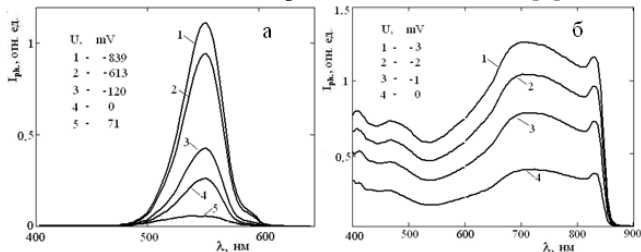


Рис.2. Спектры фототока ГП ИТО- α-ZnP₂ -ИТО - а, ИТО-β-ZnP₂ - б.

Рост фототока в спектральных характеристиках изученных гетеропереходах в области 471, 404 нм, а также спад в области 600 нм в гетеропереходах ИТО-β-ZnP₂, можно связать с особенностями спектров пропускания ИТО.

Комплексная (полная) проводимость поверхностно - барьерных структур определяется как $\tilde{G} = G + i\omega C$, где G – активная или просто проводимость, C – емкость и в исследуемых структурах имеет особенности, характерные для структур металл-CdP₂ и ZnP₂ в которых в интервале частот 10-10⁶ Гц емкость изменяется от максимальной величины, определяемой параметрами барьера и полупроводника, до геометрической емкости структуры [2].

Частотная зависимость полной проводимости ряда структур ИТО с CdP₂ и ZnP₂ представлена на рис.3.

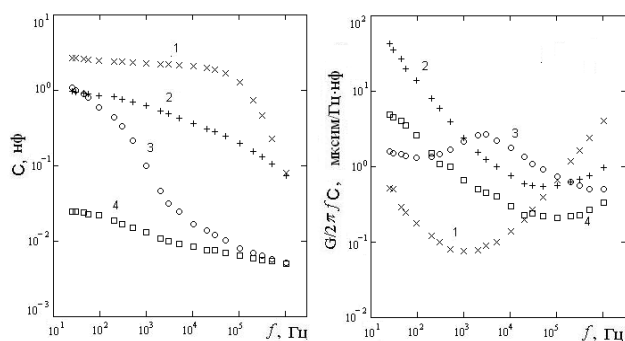


Рис.3. Полная проводимость ГП: 1 - ИТО-n/CdP₂/ -ИТО №2, 2 - ИТО - CdP₂ - ИТО №1, 3 - ИТО- α-ZnP₂ с подсветкой, 4 - ИТО- α-ZnP₂ -ИТО без подсветки.

В области частот $f > 30$ кГц емкость структуры ИТО - CdP₂ - ИТО n-n быстро падает с зависимостью $C(f) \sim f^{-3/2}$. Добротность ГП содержит минимум на частоте 300Гц. В структуре ИТО - CdP₂ №1 емкость падает значительно медленнее, а минимум добротности сдвинул в область

больших частот (кривые 2). Можно предположить, что частотная зависимость емкости в первом случае определяется, как в барьерах Шоттки на этом материале, перезарядкой глубокого донорного уровня, во втором - постоянными времени обмена носителей заряда в зонах с интерфейсными энергетическими состояниями контакта. В ГП ИТО- α-ZnP₂ - ИТО частотная зависимость емкости, как и в барьерах Шоттки, определяется глубоким донором с большой постоянной времени.

На рис.4 представлены ВФХ ГП ИТО-CdP₂ №2 и ИТО - CdP₂ №1, измеренные на частоте 10 кГц. Зависимости емкости и проводимости от напряжения имеют характерный вид для структур со встречными барьерами.

Электрические характеристики структур ИТО-β-ZnP₂ -ИТО обсуждены в [3].

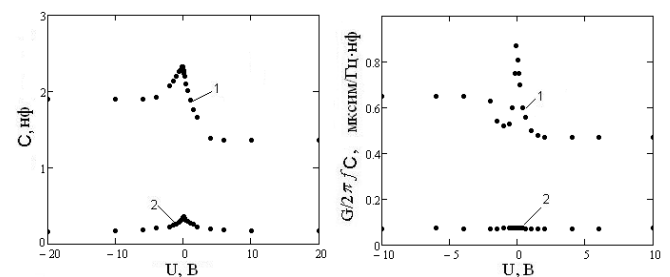


Рис.4. Зависимость емкости и активной проводимости от напряжения ГП: 1 - ИТО-CdP₂ - ИТО №2, 2 - ИТО - CdP₂ - ИТО №1.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как следует из результатов исследований, на границе ИТО с исследуемыми полупроводниками электронного типа проводимости образуется запирающий слой с характеристиками аналогичными барьерам Шоттки с металлами, однако существенную роль в формировании спектральных и электрических характеристик играют рекомбинационные процессы в области пространственного заряда дифосфидов цинка и кадмия, электронные состояния интерфейса ГП и разрывы зон. Построение энергетических диаграмм ГП на дифосфидах цинка и кадмия с ИТО требует дополнительных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] А.В.Селькин, И.Г.Стамов, Н.Н.Сырбу, А.Г.Уманец. Обратная водородоподобная серия в оптических спектрах кристаллов ZnP₂. Письма в ЖЭТФ, 35, 2. 51 (1982).
- [2] И.Г.Стамов, Д.В.Ткаченко. Влияние уровней собственных дефектов в запрещенной зоне CdP₂ на электрические свойства структур с барьером Шоттки на его основе. ФТП, 40, вып.10, 1196 (2006).
- [3] И.Г.Стамов, Д.В.Ткаченко. Особенности долговременной релаксации емкости в выпрямляющих структурах на основе моноклинного дифосфида цинка электронной проводимости. ФТП, т.42, вып.6, С.679 (2008).