

Math-Net.Ru

All Russian mathematical portal

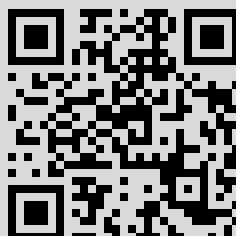
S. I. Radautsan,
N. N. Syrbu, I. G. Stamov, Photoelectric properties
of heterotransitions $\text{ZnP}_2(D_4^8) - \text{ZnP}_2(C_{2h}^5)$, *Dokl.*
Akad. Nauk SSSR, 1977, Volume 236, Number 1, 72–
74

Use of the all-Russian mathematical portal Math-Net.Ru implies that
you have read and agreed to these terms of use
<http://www.mathnet.ru/eng/agreement>

Download details:

IP: 178.168.20.213

January 5, 2021, 19:35:33



Академик АН МССР С. И. РАДАУЦАН, Н. Н. СЫРБУ, И. Г. СТАМОВ
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕТЕРОПЕРЕХОДОВ
 $ZnP_2(D_4^8) - ZnP_2(C_{2h}^5)$

Полупроводниковые гетеропереходные структуры представляют значительный практический и научный интерес, позволяют расширить область применения активных элементов (¹⁻⁴).

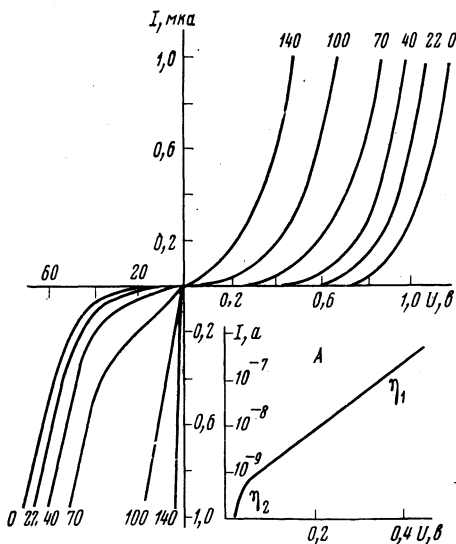
В данной работе рассматриваются свойства гетеропереходной пары, образованной на базе соединения ZnP_2 , существующей в двух модификациях:

с пространственной группой C_{2h}^5 и D_4^8 . Гетеропереход формируется наращиванием β -фазы на α -фазу ZnP_2 . Гетеропереход $ZnP_2(\alpha) - ZnP_2(\beta)$ обладает высокой рабочей температурой ($\sim 450^\circ C$), высокой fotocувствительностью с границей чувствительности в ближней и-к. области (1,06 мкм), высокой химической инертностью, низкой температурой получения ($860^\circ C$) и малым числом фаз.

Омическими контактами к α -модификации являются In или In : Sn, для β -модификации — Au. Контакты выплавляли в вакууме при температуре $350-400^\circ C$ в течение 20—30 мин.

Анализ зависимостей тока от напряжения U и температуры t (рис. 1) показывает, что в переносе носителей участвует туннельно-рекомбинационный механизм. На прямой ветви (рис. 1A) наблюдается два линейных участка с коэффициентами $\eta_1=2,4$ и $\eta_2=1$, $I=I_0 \exp(gV/\eta kT)$ (³).

Рис. 1. Температурная зависимость вольт-амперных характеристик гетеропереходов $ZnP_2(D_4^8) + ZnP_2(C_{2h}^5)$ (цифры — t в $^\circ C$)



Интерпретация прямой ветви вольт-амперной характеристики в настоящее время затруднительна из-за отсутствия достаточно полных данных о свойствах ZnP_2 , а также из-за влияния большого последовательного сопротивления. По-видимому, резкий рост тока связан с утечками или рекомбинацией на границе раздела. Наклон $\eta_1=2,4$ меняется незначительно с температурой. Такое поведение тока характерно при туннельно-рекомбинационном механизме. Анализ обратной ветви показывает, что в исследуемом интервале температур для напряжений до ~ 40 в зависимость тока от напряжения носит линейный характер. Для напряжений больше этой величины зависимость переходит в степенную с показателем от 1,7 до 5 как функция от температуры (рис. 2B). Зависимости обратного тока от напряжения и температуры (рис. 2A) идентичны по характеру с характеристиками гетеропереходов $n-Ge - p-GaAs$, а также $n-CdS - p-CdSe$.

По аналогии можно предположить, что зависимость обратного тока от температуры и напряжения описывается зенеровским туннелированием электронов из валентной зоны $\beta-ZnP_2$ в зону проводимости $\alpha-ZnP_2$.

На рис. 3 представлен фотоответ рассматриваемого гетероперехода (кривая *a*), структура которого фоточувствительна в интервале 0,95–0,56 мкм. Интегральная чувствительность некоторых образцов сравнима с максимальной, полученной в системе $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$. Длинноволновая и коротковолновая границы чувствительности гетероструктуры определяются шириной запрещенных зон $\alpha\text{-ZnP}_2$ (2,05 эв) и $\beta\text{-ZnP}_2$ (1,33 эв). Кривая *b* представляет собой спектральное распределение λ -модулированного фото-

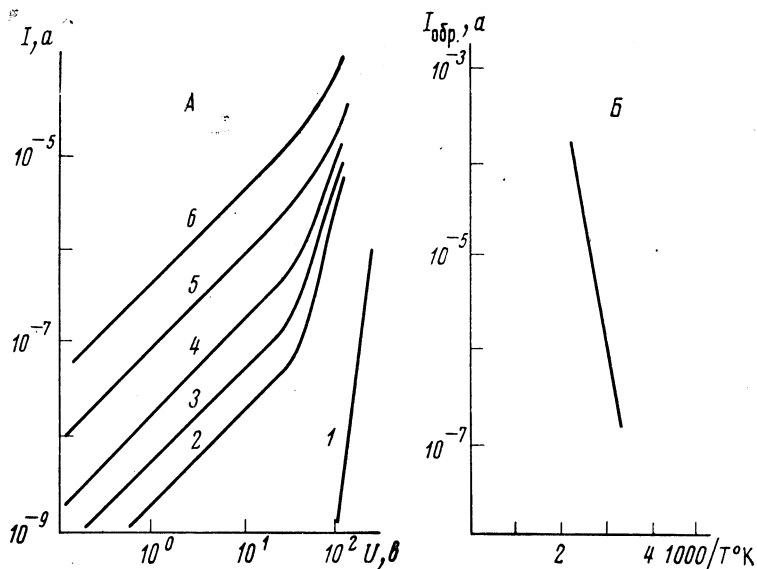


Рис. 2. А — обратные характеристики гетероперехода, Б — зависимость $I_{\text{обp}}$ от температуры для $U=1$ в

ответа гетероперехода. Энергетическое положение E_0^1 (1,34 эв) и E_0^2 (2,05 эв) соответствует минимальным межзонным энергетическим интервалам α - и β -фазы ZnP_2 .

Тонкая структура α -модулированных спектров фотоответа гетеропереходов представлена кривыми *a*, *в* на рис. 4 (кривая *a* прописана при больших щелях по отношению к *б* для выделения структуры пиков 11–13). В спектрах λ -модулированного фотоответа наблюдаются отрицательные и положительные максимумы, энергетическое положение которых в порядке возрастания номеров следующее: 1,348 (1); 1,442 (2); 1,577 (3); 1,610 (4); 1,677 (5); 1,70 (6); 1,80 (7); 1,90 (8); 2,02 (9); 2,06 (10); 2,21 (11); 2,27 (12); 3,37 (13); 2,50 (14) эв.

Сравнивая энергетические положения обнаруженных максимумов с величинами оптических переходов в обеих модификациях ZnP_2 (⁴⁻⁶), можно заметить, что особенности фотоответа гетеропереходов, дифференцированных по длине волны, отражают структуру электронных переходов в кристаллах α - и β -фазы ZnP_2 . Отрицательные максимумы (1–6) присущи моноклинной модификации, положительные (8–14) — тетрагональной модификации ZnP_2 (^{5, 6}). Спектральные характеристики гетероперехода (кривые *в*–*з*) меняют полярность с положительной на отрицательную при изменении смещения от 18 в до 0. Это свидетельствует об изменении условий разделения носителей в области пространственного заряда, что можно использовать для управления спектральной чувствительностью гетероперехода. При нулевом смещении фотоответ гетероструктуры имеет противоположно направленные максимумы, так как разделение носителей для разных областей энергий (1,3 и 2,0 эв) происходит в соответствующих областях пространственного заряда α - и β -фазы ZnP_2 .

В заключение отметим, что λ -модулированные спектры фотоответа гетеропереходов можно успешно использовать для анализа электронной

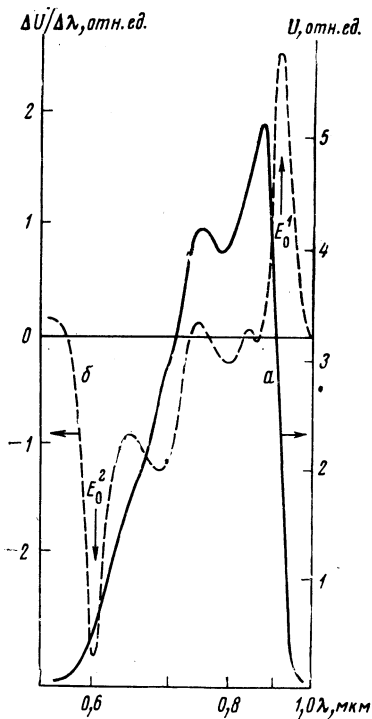


Рис. 3

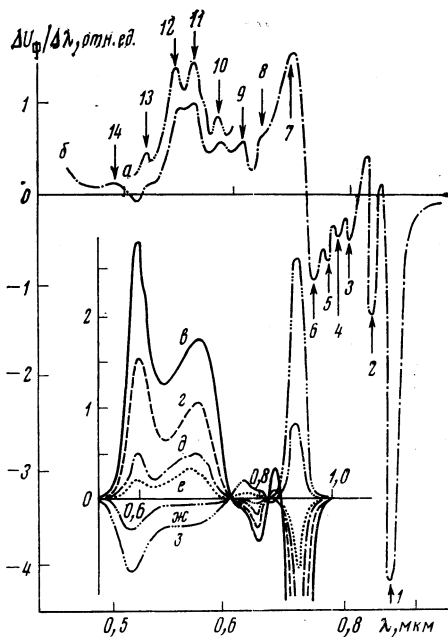


Рис. 4

Рис. 3. Фотоответ и λ -модулированные спектры фотосоответа гетероперехода $\text{ZnP}_2(D_4^8) - \text{ZnP}_2(C_{2h}^5)$

Рис. 4. Тонкая структура λ -модулированных спектров фотосоответа гетероперехода: α, β — при смещении на гетеропереходе 15 в; $\gamma, \delta, \epsilon, \zeta, \eta$ — для смещений 12, 6, 3, 2, 1, 0 в соответственно

структуры полупроводников. Гетеропереходы $\alpha\text{-ZnP}_2 - \beta\text{-ZnP}_2$ требуют дальнейшего совершенствования и детального исследования, но приведенные данные представляют интерес с точки зрения создания структур с высокой чувствительностью в широкой области энергий и с управляемой спектральной характеристикой.

Институт прикладной физики
Академии наук МССР
Кишинев

Поступило
4 V 1977

Кишиневский политехнический институт

ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ж. И. Алферов, В. А. Андреев и др., ФТП, т. 3, 930 (1969).
- ² Ж. И. Алферов, В. А. Андреев и др., там же, т. 3, 1324 (1969).
- ³ А. Милнс, Д. Фойхт, Гетеропереходы и переходы металл — полупроводник, М., «Мир», 1975; A. R. Riben, D. Fenchel, Solid State Electr., v. 9, 1055 (1966).
- ⁴ Э. И. Адирович, Ю. М. Юабов, Г. Р. Ягудав, Сб. Фотозлектрические явления в полупроводниках, в. 2, Ташкент, 1973, стр. 122.
- ⁵ V. V. Sobolev, N. N. Syrбу, T. N. Sushkevich, Phys. Status Solidi, v. 43, 73 (1971).
- ⁶ V. V. Sobolev, N. N. Syrбу, ibid., v. 51, 863 (1972).