

ПОЛЯРИЗАЦИОННАЯ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ АНИЗОТИПНЫХ СТРУКТУР $n\text{-SnO}_2\text{-}p\text{-CdGeP}_2\langle\text{Ga}\rangle$

Лунев А. В., Рудь Ю. В., Таиров М. А., Ундалов Ю. К.

Соединение CdGeP_2 интенсивно изучается в связи с возможностями его применения в поляриметрических фотодетекторах [1, 2]. До настоящего времени широко изучены изотипные гетероструктуры на основе широкозонных окислов и кристаллов CdGeP_2 n -типа проводимости [3]. В последнее время

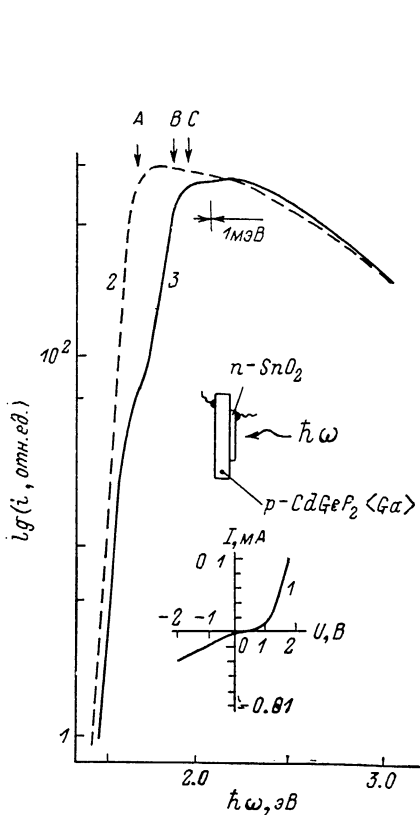


Рис. 1. Темновая вольтамперная характеристика (1) и спектры фототока (2, 3) гетероперехода $n\text{-SnO}_2\text{-}p\text{-CdGeP}_2\langle\text{Ga}\rangle$. $T=300\text{ K}$. 3 — E_{\perp} , 2 — E_{\parallel} . Схема освещения дана на вставке; пучок линейно-поляризованного света падает вдоль нормали к освещаемой поверхности ГП; гетерограница ориентирована в плоскости (100) CdGeP_2 .

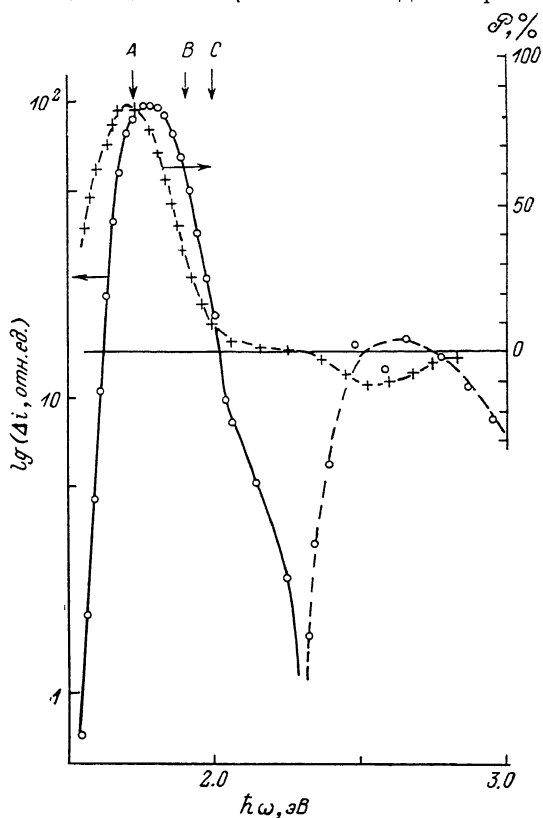


Рис. 2. Спектры поляризационной разности фототока ($\Delta i = i^{\parallel} - i^{\perp}$) и коэффициента естественного фотоплеохроизма [$S = (i^{\parallel} - i^{\perp}) / (i^{\parallel} + i^{\perp}) \cdot 100\%$] гетероперехода $n\text{-SnO}_2\text{-}p\text{-CdGeP}_2\langle\text{Ga}\rangle$.

нами выращены наиболее легированные кристаллы p -типа за счет введения в CdGeP_2 примеси Ga, и в данной работе рассмотрены поляриметрические свойства структур на основе таких кристаллов.

Гетероструктуры получены известным методом реактивного распыления слоев SnO_2 на ориентированные в плоскости (100) монокристаллы $p\text{-CdGeP}_2$ с концентрацией дырок $\approx 10^{17}\text{ см}^{-3}$ и подвижностью $\sim 5\text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ при 300 K. Омический контакт с $p\text{-CdGeP}_2$ создавался осаждением меди. Такие структуры обладали четким выпрямлением (рис. 1), которое при $U \approx 2\text{ В}$ достигает 30—50. Пропускное направление соответствует отрицательной полярности внешнего смещения на слое $n\text{-SnO}_2$, что соответствует ожидаемому из гипотетической диаграммы данной гетеропары. Прямая ветвь характеризуется напряжениями

отсечки ≈ 1 В и остаточным сопротивлением $\approx (1 \div 3) \cdot 10^3$ Ом (300 К). Обратный ток плавно растет с ростом напряжения по закону $\sim U$.

При освещении со стороны слоя фоточувствительность структуры максимальна и достигает $\sim 10^3$ В/Вт при 300 К, слой заряжается отрицательно и знак фотонапряжения холостого хода U_{xx} не зависит от места попадания излучения на активную область и энергии фотонов. Для типичных структур при потоках $L \approx 2$ мВт/см² $U_{xx} \approx 20 \div 40$ мВ и фототок короткого замыкания $i_{кз} = 1 - 1.5$ мкА (300 К). Спектры фототока для типичной структуры приведены на рис. 1. Из рис. 1 следует, что максимальная фоточувствительность в поляризации $E \parallel c$ достигается вблизи энергии A -перехода [2] и сохраняется на этом уровне в области 1.7—2.5 эВ, тогда как в поляризации $E \perp c$ максимальный фототок достигается вблизи энергии B - и C -переходов. Во всех полученных структурах фоточувствительность в глубине фундаментального поглощения при $\hbar\omega > 2.5$ эВ обнаруживает заметный спад, что обусловлено рекомбинацией носителей на граничных состояниях. В целом следует подчеркнуть, что влияние поляризации на спектры фототока имеет те же закономерности, как и для типовых гетероструктур [3]. Крутизна длинноволнового края фототока имеет характерное для прямых переходов значение $\approx 30 - 50$ эВ. Как и в случае гетероструктур на основе $CdGeP_2 \langle In \rangle$, спектральное положение экспоненциального края гетероструктур, созданных на кристаллах $CdGeP_2 \langle Ga \rangle$, несколько смещено (на $\sim 30 - 40$ мэВ) в длинноволновую область относительно нелегированных образцов. Это может быть обусловлено образованием в $CdGeP_2$ при легировании примесью Ga мелких акцепторов. Последнее согласуется с данными измерений коэффициента Холла и спектров фотолуминесценции.

Численные параметры естественной поляризационной фоточувствительности типичных структур $n-SnO_2 - p-CdGeP_2 \langle Ga \rangle$ представлены на рис. 2. Коэффициент фотоплекроизма достигает своего максимального значения $\mathcal{E}^{pm} \approx 83 - 85$ % вблизи энергии A -перехода. Следовательно, легирование галлием не снижает значения \mathcal{E}^{pm} . Спектральный контур фотоплекроизма также имеет типичный для нелегированного вещества вид: коротковолновый спад определяется переходами из отщепленных валентных зон, а наблюдаемая для многих структур инверсия знака на отрицательный сопутствует коротковолновому спаду фототока и может быть приписана усилению влияния рекомбинационных потерь. Спектр поляризационной разности фототока полученных структур несколько смещен относительно спектра \mathcal{E} в коротковолновую область, и максимум $\Delta \mathcal{E}$ проявляется вблизи энергии A -переходов. Резкий коротковолновый спад и инверсия $\Delta \mathcal{E}$, наблюдавшиеся в большинстве структур, имеют ту же природу, которая разобрана выше для фотоплекроизма.

Таким образом, полученные результаты показывают, что на основе легированных галлием кристаллов $CdGeP_2$ могут быть созданы поляриметрические гетероструктуры, обладающие высокими поляризационными параметрами в области энергии межзонных A -переходов в $CdGeP_2$. Легирование галлием представляет интерес с точки зрения повышения токов короткого замыкания за счет снижения сопротивления тройного фосфида.

Л и т е р а т у р а

- [1] Прочухан В. Д., Рудь Ю. В. — ФТП, 1978, т. 12, в. 2, с. 209—233.
- [2] Рудь Ю. В. — Изв. вузов СССР, Физика, 1986, т. 29, в. 8, с. 68—83.
- [3] Лунев А. В., Рудь Ю. В., Таиров М. А., Ундалов Ю. К. — Препринт ФТИ АН СССР, № 1147. Л., 1987. 57 с.

Физико-технический институт
им. А. Ф. Иоффе АН СССР
Ленинград

Получено 18.11.1987
Принято к печати 17.12.1987