

Я. А. Агаев. Исследования в области физики полупроводников в Физико-техническом институте АН ТуркмССР.

В последнее десятилетие в Физико-техническом институте АН ТуркмССР ведутся работы по получению новых полупроводниковых материалов типа A^3B^5 , $A^2B^4C_2^6$ и $A_2^3B^4C_3^6$ и твердых растворов на их основе.

Получены монокристаллы $CdSnAs_2$ p - и n -типов ($n, p \sim 10^{17} \text{ см}^{-3}$, $\mu_n \sim 22\,000 \text{ см}^2/\text{в} \cdot \text{сек}$).

Методом газотранспортной реакции получены монокристаллы на основе $2GaAs - ZnGeAs_2$, $2GaAs - ZnSiAs_2$ в широком интервале концентраций $GaAs$ ($n \sim 10^{18} \text{ см}^{-3}$, $\mu_n \approx 2500 \text{ см}^2/\text{в} \cdot \text{сек}$).

Проводились работы по получению и исследованию некоторых свойств соединений: Cu_2GeSe_3 , Cu_2SnSe_3 , Cu_2GeTe_3 , Cu_2SnTe_3 , Ag_2GeSe_3 , Ag_2SnSe_3 и т. д.

Проведено комплексное исследование электрических, термоэлектрических, гальвано-термомагнитных, оптических и фотоэлектрических свойств кристаллов GaP , InP , $AlSb$, $InSb$ и твердых растворов $InSb - AlSb$, $InP - InAs$.

В монокристаллических образцах игольчатого типа GaP обнаружена примесная фото-э. д. с., являющаяся результатом прямых переходов электронов из валентной зоны на уровни 0,1 и 0,4 эв или же двойных оптических переходов.

Обнаружен эффект Келдыша — Франца, связанный с непрямыми переходами в GaP при

$$\Gamma_{15}^v \rightarrow X_1 \text{ и } \Gamma_{15}^v \rightarrow X_3.$$

Исследование эффекта Келдыша — Франца и спектральной фоточувствительности в коротковолновой области позволило предложить возможную структуру основных зон.

В кристаллах InP на основе анализа температурной зависимости подвижности, поперечного эффекта Нернста — Эттинсгаузена и термо-э. д. с. установлены механизмы рассеяния носителей заряда: при низких температурах подвижность ограничивается в основном комбинированным рассеянием на ионах примеси, нейтральных атомах, а при высоких температурах — на оптических и акустических колебаниях решетки.

Получены высокоомные кристаллы InP ($n \sim 10^{11} - 10^{12} \text{ см}^{-3}$) диффузией меди, $p - n$ переходы на их основе и исследованы электрические и фотоэлектрические свойства в широком интервале температур. В высокоомных кристаллах InP в области примесной проводимости обнаружена отрицательная фотопроводимость при низких температурах при $h\nu \approx 0,9 - 0,55 \text{ эв}$, объяснимая на основе энергетического спектра примесей. При комнатных температурах с внешней собственной подсветкой обнаружена примесная фоточувствительность в той же области спектра.

В кристаллах InP по спектрам поглощения в области $h\nu < E_g$ обнаружен ряд полос, относящихся, по всей вероятности, к примесным уровням; аналогичные значения для примесных уровней были найдены по электрическим и фотоэлектрическим свойствам.

По спектрам диффузного отражения получены значения энергий переходов с $h\nu > E_g$, по которым построен возможный вариант зонной структуры.

По исследованию оптического поглощения, отражения и фотопроводимости $AlSb$ и твердых растворов $InSb - AlSb$ дается возможная зонная структура $AlSb$.

По температурной зависимости холловской подвижности и поперечному эффекту Нернста — Эттинсгаузена определены основные механизмы рассеяния в $AlSb$. При низких температурах рассеяние происходит на ионизованных примесях, а при высоких (300—1000°K) — на акустических колебаниях решетки. В переходной области (125—300°K) идет совместное действие указанных механизмов рассеяния. Экспериментальная подвижность количественно сопоставляется с теоретической, рассчитанной при учете различных механизмов рассеяния. В области низких температур обнаружено влияние фононного увлечения носителей на термо-э. д. с., термомагнитный эффект Нернста — Эттинсгаузена и теплопроводность. По измерениям эффекта Холла и оптического поглощения в $n-AlSb$ обнаружен внутризонный переход с энергией $\sim 0,27 \text{ эв}$.

Исследованиями электрических, гальвано-термомагнитных и фотоэлектрических свойств n - и $p-InSb$ в широком интервале температур, концентрации носителей и магнитного поля показана возможность получения термодиффузией высокоомных кристаллов $p-InSb$, выяснена природа термоакцепторов в $InSb$, определены времена жизни основных и неосновных носителей тока в $p-InSb$, а также получены длинные диоды на базе $p-InSb$ сплавным методом, чувствительные к внешнему магнитному полю.

Магнитная чувствительность диодов $\gamma \approx 70 \frac{\text{мВ}}{\text{Гс}}$.

Разработана технология получения высокочувствительных датчиков Холла и магнитосопротивлений из $InSb$, $InP - InAs$ и $InSb - NiSb$. На основе этих гальваномагнитных датчиков создан целый ряд приборов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Я. Агаев, Н. Г. Бекмедова, Изв. АН ТуркмССР, сер. ФТХиГН, № 6, 30 (1968); № 5, 93 (1970).
- 2 Я. Агаев, О. Газакон, С. В. Слободчиков, Изв. АН ТуркмССР, сер. ФТХиГН, № 2, 23 (1965).
3. Я. Агаев, О. Исмаилов, Изв. АН ТуркмССР, сер. ФТХиГН, № 6, 52 (1965)
4. А. Беркелиев, К. Дурдыев, ФТП 5 (4), 738 (1971).
5. А. Беркелиев, Л. И. Береда, Изв. АН ТуркмССР, сер. ФТХиГН, № 5, 97 (1970).
- 6 Я. Агаев, О. Мосанов, С. Суханов, в сборнике «Физические свойства полупроводников A^3B^3 и A^3B^6 », Баку, Издво АН АзССР, 1967.
7. Я. Агаев, А. Алланазаров, О. Исмаилов, там же.
8. Я. Агаев, А. Р. Михайлов, там же.
9. O. Gasakov, D. N. Nasledov, S V.] Slobodchikov, Phys Stat Sol 35, 139 (1969).