

ОСОБЕННОСТИ РАДИОТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В КРИСТАЛЛАХ InP

М.И.АЛИЕВ, Ш.Ш.РАШИДОВА, М.А.ГУСЕЙНОВА,
И.М.АЛИЕВ, Н.Н.ГАДЖИЕВА¹

Институт Физики АН Азербайджана

AZ1143, Баку, пр. Г.Джавида 33

Институт радиационных проблем НАН Азербайджана¹

AZ1143, Баку, пр. Г.Джавида 31^a

Исследована радиотермолюминесценция (РТЛ) кристаллов InP в интервале температур 80÷400 К. Регистрированы пики РТЛ, связанные с уровнями мелкой примеси, антиструктурными дефектами и образованием комплекса типа вакансия-примесь. Выявлено смещение и уширение пиков в зависимости от дозы γ -облучения, обусловленное искажением решетки вблизи радиационных дефектов (кластеров).

ВВЕДЕНИЕ

Кристаллы соединений A^3B^5 являются перспективными материалами для создания высокоэффективных источников излучения [1-3].

Образование радиационных дефектов и их природа в кристаллах InAs, GaAs, GaP и твердых растворах на их основе нами исследованы в работах [4-7]. Однако, данных об образовании радиационных дефектов, их природе в кристаллах InP (по многим свойствам схожих с GaAs) имеется недостаточно. Поэтому, настоящая работа является продолжением того цикла исследований и посвящена изучению дефектообразования и их природы под действием γ -облучения в InP методом радиотермолюминесценции (РТЛ), являющимся одним из высокочувствительных бесконтактных методов.

ЭКСПЕРИМЕНТ

В качестве объектов исследования использованы монокристаллы n-InP, полученные методом Чохральского. Образцы для анализа радиотермолюминесценции (РТЛ) приготовлены в виде пластинок с размерами $1\cdot 2\text{мм}^2$ и толщиной 400мкм. Образцы предварительно вакууммировались при $P=10^{-5}$ Па с целью исключения примесных загрязнений и дегидроокислирования поверхности. Образцы облучались на изотопном источнике ^{60}Co с мощностью дозы $D=1,03\text{Гр}\cdot\text{с}^{-1}$ при температуре жидкого азота. Спектры РТЛ снимались с помощью термолюминографа "ТЛГ-69 М" со скоростью нагрева $5\text{К}\cdot\text{мин}^{-1}$ в интервале температур 80÷400К.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке представлены спектры РТЛ образца InP после облучения γ -квантами дозой $D=10$ (кривая 1) и 3кГр . (кривая 2) Спектры состоят из трёх пиков люминесценции.

Как видно из Рис.1, с увеличением дозы облучения наблюдается усиление интенсивности пиков излучения, что объясняется ростом количества радиационных дефектов. Пики спектров РТЛ при 151, 198 и 340К после облучения дозой 10кГр (кривая 1) и соответственно 145, 182 и 340К (кривая 2) после облучения дозой 35кГр. Энергия активации этих центров вычислялись по формуле [8].

Пик при 151К (кривая 1) $E_a=0,22\text{эВ}$ с увеличением дозы смещается на $\Delta T=6\text{К}$ в сторону низких температур и проявляется при $T_m=145\text{К}$ $E_a=0,200\text{эВ}$. С увеличением дозы γ -облучения происходит асимметрия с высокотемпературной стороны, по-видимому, связанная с образованием антиструктурных дефектов

(кластеров) и их взаимодействием между собой (неоднородное уширение). Следует отметить, что в работе [9] теоретически предсказано существование антиструктурного дефекта, соответствующего глубокому уровню ($V_{In} In_p$) [9]. InP

является антиструктурным дефектом A_B акцепторного типа в кристаллах InP.

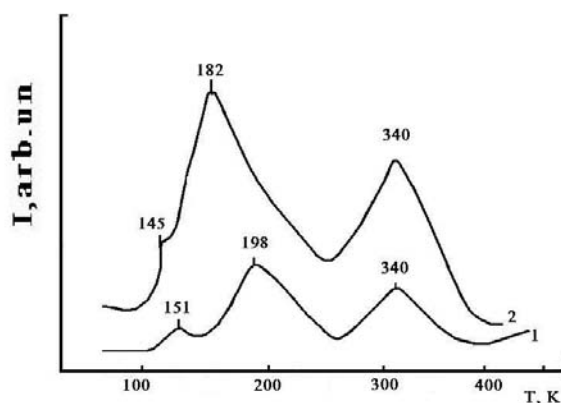


Рис.1.

Зависимость термолюминесценции от температуры в кристаллах InP облучённых γ -квантами дозой 10 кГр (кривая 1) и 35 кГр (кривая 2).

Пик с энергией активации $E_a=0,16$ эВ при 198К смещается в сторону низкой температуры на $\Delta T=16$ К и с увеличением дозы облучения появляется при 182К с энергией $E_a=0,097 \div 0,1$ эВ. Уширение полосы в 1,3 раза по мере увеличения дозы можно связать с искажением решетки вблизи радиационных дефектов [9]. Эти уровни лежат в пределах $\sim 0,1$ эВ от краев валентной зоны или зоны проводимости с максимумом при $T=340$ К и не меняют своего местоположения с увеличением дозы облучения, а полуширина увеличивается $\sim 1,7$ раза. Энергия активации при низкой дозе равна $E_a=0,65$ эВ, а при $D=35$ кГр $E_a=0,39 \div 0,4$ эВ. Этот уровень был обнаружен в кристаллах InP авторами работы [14] при электронном облучении. Вакансии являются одним из подвижных дефектов в полупроводниках и могут свободно мигрировать в материале и образовывать комплексы в форме вакансии-примесь. Существование такого комплекса приводит к эффективной излучательной рекомбинации донор-акцептора в кремнии [10,11], GaP [12,13], GaAs [13], GaAs_{1-y}P_y [10]. По-видимому такой комплекс действует как излучение “центров уничтожения” в этих материалах.

Таким образом, увеличение дозы γ -облучения приводит к росту интенсивности излучения кристаллов InP, что объясняется образованием радиационных дефектов антиструктурного типа A_B и B_A (In_p и P_{In}) и их кластеров. При этом выявляются также и глубокие уровни в виде антиузловых дефектных пар.

ВЫВОДЫ

Обнаружен пик РТЛ при 145К с энергией активации $E_a=0,200$ эВ, который соответствует глубокому уровню ($V_{In} In_p$) пары у края валентной зоны. Наблюдаемый пик является экспериментальным подтверждением предсказания теоретической работы о существовании пары связанной примесь-вакансия [9]. InP является антиструктурным дефектом A_B акцепторного типа.

Установлено, что с увеличением дозы γ -облучения происходит смещение пика при $T=198$ К, связанного с мелкопримесными уровнями с $E_a=0,1$ эВ, в низкотемпературную сторону на $\Delta T=16$ К и его уширение в 1,3 раза. Смещение, по-видимому, связано с образованием комплекса мигрирующих вакансии в материале с примесью в форме вакансии-примесь. Такой комплекс ведет себя как излучение “уничтожение центров” в этих материалах. Уширение обусловлено искажением решетки вблизи радиационных дефектов.

Максимум при $T=340\text{K}$ не меняется с изменением дозы облучения, а полуширина увеличивается 1,7 раза.

Наблюдаемая асимметрия полос с увеличением дозы γ -облучения вероятно обусловлена с появлением антиструктурных дефектов (кластеров) и их взаимодействием между собой (неоднородное уширение).

1. P.M.Mooney, *J.Appl. Phys.*, **67** (3) (1990) R1.
2. L.Leloup, M.Derdour, H.Djerrasi, *Inst.Physics.Conf.*, **ser 51** (1976) 372.
3. М.И.Альферов, И.Н.Арсентьев. Д.З.Гарбузов, Ц.Д.Румянцев, В.И.Улин, *Письма ЖТФ*, **2** (1976) 481.
4. М.И.Алиев, М.А.Гусейнова, Ш.Ш.Рашидова, И.М.Алиев, *Semicond.Science and Technology*, **19** (2004) 472.
5. М.И.Алиев, Х.А.Халилов, Ш.Ш.Рашидова, И.М.Алиев, *ФТП*, **25** (1991) 2054.
6. М.И.Алиев, Ш.Ш.Рашидова, И.М.Алиев, М.А.Гусейнова, *Изв.НАН Аз.* №2 с 113-116, 2000г.
7. М.И.Алиев, Ш.Ш.Рашидова, И.М.Алиев, М.А.Гусейнова, 3rd International Conf. Nucleur and radiation physics” JCNPR 01, 4-7 June Alma-Ata, Kazakhstan, (2001) 370.
8. И.В.Кулешов, В.Г.Никольски., *Радиотермолюминесценция полимеров, Москва, Химия*, (1991).
9. W.Charles., O.Miles, F.Sanke, *Physical Review B*, **29** (1987) 6810.
10. А.О.Евwarege, *Apply. Phys.Lett.*, **29** (1976) 476.
11. А.О.Евwarege, *Apply. Phys.*, **48** (1977) 1840.
12. R.N.Bhargava, S.K. Kurtz, A.T.Vink and R.C.Peters, *Phys.Rev.Lett.*, **27** (1971) 183.
13. E.Q.Bylander (private communication).
14. В.Н.Брудный, М.Л.Кривов, *Изв. Выс учеб. Заведений физики*, №1 1980 64.

InP KRİSTALLARINDA RADIOTERMOLÜMINESSENSİYANIN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

M.İ.ƏLİYEV, Ş.Ş. RƏŞİDOVA, M.A.HÜSEYNOVA, İ.M. ƏLİYEV, N.N.GADJİEVA

InP kristallarında radiotermolüminessensiya (RTL) $80\text{--}400\text{K}$ temperatur intervalında tədqiq olunmuşdur. Antistruktur defektlərlə, xırda aşqarlı səviyyələrlə və vakansiya-aşqar tipli komplekslərin yaranması ilə əlaqədar olan RTL pikləri qeyd olunmuşdur.

Müəyyən olunmuşdur ki, γ -şüalanmanın dozəsindən asılı olaraq piklərin sürüşməsi (yerini dəyişməsi) və enəlməsi radiasion defektlərin (klasterlərin) yaxınlığında qəfəsin əyilməsi ilə əlaqədardır.

FEATURES OF THE RADIOTERMOLUMINESCENCE in InP CRYSTALS

M.I.ALIYEV. SH.SH.RASHIDOVA, M.A.HUSEYNOVA, I.M.ALIYEV, N.N.GADZIEVA

The radiothermoluminescence (RTL) of InP crystals in the $80\text{--}400$ range has been investigated. It has been registered RTL peaks connected with shallow impurity levels, antistruktural defects and formation a complex of the vacancy impurity type. It has been revealed that the displacement and broadening of the peaks depending on the γ -irradiation dose due to the distortion of the lattice nearby radiation defects (clusters).

Редактор: А.Гарибов