

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕНТРОВ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В КРИСТАЛЛАХ InP<Zn>, ОБЛУЧЕННЫХ ГАММА КВАНТАМИ

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

*Институт Физики НАН Азербайджана*

*AZ 1143, Баку, пр.Г.Джавида, 33*

Исследованы спектры радиолюминесценции кристаллов InP<Zn>, облученных  $\gamma$ -квантами дозами 10кГр и 35кГр в интервале температур 80÷400К. Обнаружено, что при облучении  $\gamma$ -квантами кристаллов InP<Zn> образуются антиструктурные дефекты ( $P_m$ ) донорного типа, служащие центрами безызлучательной рекомбинации.

Стабильные дефекты, образующиеся в полупроводниках при облучении, представляют собой сложные образования, включающие в свой состав как примесные атомы, так и атомы матричного вещества.

В последнее время возрос интерес к соединениям  $A^3B^5$ , в связи с широким использованием этих кристаллов в оптоэлектронных приборах для создания высокоэффективных источников излучения.

Образование радиационных дефектов и их природа в кристаллах InAs, GaAs и твердых растворах на их основе нами исследованы в работах [1,2].

Однако, данных об образовании радиационных дефектов, их природе в кристаллах InP имеется немного. Поэтому настоящая работа является продолжением цикла проводимых нами исследований и посвящена изучению дефектообразования и их природы под действием  $\gamma$ -облучения в InP<Zn> методом радиотермолюминесценции (РТЛ), являющимся одним из высокочувствительных бесконтактных методов.

Радиотермолюминесценция возникает при нагревании вещества (кристалла), предварительно облученного ионизирующим излучением при низкой температуре (например, при температуре жидкого гелия или азота).

Механизм РТЛ сводится к ионизации вещества под воздействием ионизирующего излучения и стабилизации образовавшихся ионов при низкой температуре [3] Нагрев приводит к рекомбинации ионов, которые переходят в основное состояние с испусканием квантов света.

Объектом исследования были монокристаллы InP<Zn> полученные методом Чохральского. Образцы для анализа РТЛ приготовлены в виде пластинок размерами 1,5·2мм<sup>2</sup>, толщиной 380мм<sup>2</sup>. Образцы предварительно вакууммировались при  $p=10^{-5}$ Па с целью исключения примесных загрязнений и дегидроокислирования поверхности.

Образцы облучались на изотопном источнике <sup>60</sup>Со при температуре жидкого азота.

Спектры РТЛ снимались с помощью термолюминографа “ТЛГ-69” со скоростью нагрева 5Кмин<sup>-1</sup> в интервале температур 80÷400К. Измерения проведены после каждого этапа облучения дозами D=10кГр и 35кГр при температуре жидкого азота.

На рисунке представлены спектры радиотермолюминесценции образца InP<Zn> после облучения  $\gamma$ -квантами дозами D=10кГр (кривая1) и 35кГр (кривая2) Спектры состоят из двух пиков люминесценции  $T_m=180$ К  $E_a=0,13$ эВ и  $T_m=310$ К  $E_a=0,51$ эВ. Как видно из рисунка, с увеличением дозы облучения наблюдается уменьшение интенсивности пика излучения при  $T_m=180$ К после облучения дозой 10кГр (кривая1) с увеличением дозы облучения смещается на  $\Delta T=10$ К в сторону

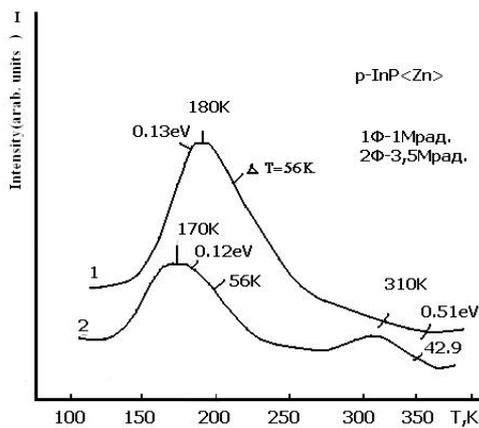
низких температур  $T_m=170\text{K}$   $E_a=0,12\text{эВ}$  (кривая 2.), что связывается с образованием радиационных дефектов. Энергия активации вычислялась по формуле [9]

$$E = \frac{\sigma RT^2 m}{\Delta T},$$

где  $E_a$ - энергия активации,  $T_m$ - температура, соответствующая максимуму пика,  $R$ —универсальная газовая постоянная,  $\sigma$ -безразмерная величина в пределе  $2,5\div 3$ . В данном случае нами использовано значение  $\sigma=2,75$ .

С увеличением дозы облучения также наблюдается появление асимметрии с высокотемпературной стороны (это наблюдалось и в нелегированном фосфиде индия). Это, по видимому, связано с образованием антиструктурных дефектов (АСД) (кластеров и их взаимодействием между собой). Уменьшение интенсивности люминесценции с увеличением дозы облучения связано с

образованием АСД донорного типа  $V_A(P_{In})$ , которые способны компенсировать акцепторные центры [10], Дефект  $P_{In}$  является причиной эффекта оптического гашения фотоэлектрических свойств в виду перехода центра в метастабильное состояние [4,5].



**Рис.**

Зависимость интенсивности излучения от температуры в кристаллах  $InP<Zn>$  облученных гамма квантами дозой 10 кГр (кривая 1) и 35 кГр (кривая 2).

В работе [6] при облучение  $InP$  обнаружен уровень  $0,13\text{эВ}$ . Максимум при  $0,13\text{эВ}$  так же наблюдается нами при дозе облучения гамма квантами дозой 10кГр. При увеличении дозы облучения до 35 кГр максимум излучения смещается в сторону низких температур и происходит уменьшение интенсивности излучения. (кривая 2), что, по-видимому, приводит к уменьшению концентрации введенных радиационных дефектов. Можно отметить, что АСД, образующиеся при облучении частицами монокристаллов  $A^3B^5$ , обладают более сложной структуры, чем центры, образующиеся при росте кристалла [7,8]. Эти дефектные уровни могут значительно влиять на электрические и оптические свойства в этих материалах. Полученные уровни  $E_a=0,13\text{эВ}$  принадлежат акцепторным центрам [8]. Пик с энергией активации  $E_a=0,51\text{эВ}$  (кривая 2), появляющийся с увеличением дозы облучения при 310К, соответствует дырочной ловушке  $H_3$ [11].

Данные об энергетическом положении уровней многозарядного центра  $P_{In}$  относительно валентной зоны были получены авторами [12] путем исследования методом нестационарной спектроскопии глубоких уровней (НСГУ) влиянием облучения  $\gamma$ -квантами на параметры дырочных ловушек кристаллов  $p-InP$ .

Таким образом, методом РТЛ обнаружено что, при облучении  $\gamma$ -квантами кристаллов  $InP$ , легированных цинком, вводятся радиационные дефекты  $P_{In}$  донорного типа, служащие центрами безызлучательной рекомбинации, что является причиной уменьшения интенсивности радиотермолюминесценции.

1. M.I.Aliyev, M.A.Huseynova, Sh.Sh.Rashidova, I.M.Aliyev, *Semiconductors Science Technology*, **19** (2004) 472.
2. M.I.Aliyev, Sh.Sh.Rashidova, M.A.Huseynova, I.M.Aliyev, *Research Technology Crystals*, **39** (2004) 598.
3. М.В.Альфимов, В.Г.Никольский, Н.Я.Бубен, *Кинетика и катализ*, №5 (1963) 268.
4. M.Deire, K.P. Homewood, V.C.Cavenett, *J.Phys. Sol. St. Phys.*, **17** №23 (1984) L627.
5. A.Goltzene, V.Meyer, C.Schwab, *J.Appl.Phys.*, **59** (1986) 2812.
6. О.Н.Ермаков, В.Н.Сушков, Е.Ф.Уваров, А.П.Храмцов, М.В.Чукичев, *ФТП*, **14** (1980) 644.
7. A.Goltzene, V.Meyer, C. Schwab, *J.Phys. Sol.St.(b)*, **123** (1984) K125.
8. В.К.Мeyer, J.M.Spaeth, *J.Phys.C: Sol.St.Phys.*, **18** (1985) L99.
9. И.В.Кулешов, В.Г.Никольски, *Радиотермолюминесценция полимеров*, Москва "Химия", (1991).
10. K.Elliott, R.T.Chen, S.G.Greenbaun, R.J.Wagner, *Appl.Phys.Lett.*, **44** (1984) 907.
11. А.Н.Георгобиани, И.М.Тигиняну, *ФТП*, **22** (1988) 3.
12. А.Н.Георгобиани, И.М.Тигиняну, В.В.Урсаки, В.А.Урсу, *Препринт ФИАН СССР*, М, №56 (1986) 48.

**ГАММА КВАНТЛАРЛА ŞÜALANDIRILMIŞ InP<Zn> KRİSTALLARINDA LÜMİNESENSİYA MƏRKƏZLƏRİNİN TƏDQIQI**

**M.İ.ALİEV, M.A. QUSEYNOVA, Ş.Ş.RAŞİDOVA, İ.M.ALİEV**

Dozası 10kGr və 35kGr olan  $\gamma$ -kvantlarla şüalandırılmış InP kristallarında radiotermoluminessensiya (RTL) spektrləri (80÷400)K temperatur intervalında tədqiq olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki,  $\gamma$ -kvantlarla şüalanma nəticəsində yaranan donor tipli  $P_{in}$  antistruktur defektləri şüalanmayan rekombinasiya mərkəzləri yaranır.

**INVESTIGATE OF CENTERS LUMINESCENCE IN CRYSTALS InP<Zn> IRRADIATED WITH GAMMA-QUANTA**

**M.I.ALIEV, M.A.GUSEYNOVA, SH.SH.RASHIDOVA, I.M.ALIYEV**

Radiothermoluminescence (RTL) spectra in crystal irradiated with gamma-quanta with doses of 10kGr and 35kGr in the range of 80 to 400K have been investigated. It has been revealed that by irradiating with gamma-quanta  $P_{in}$  antistructural defects of the donor type, being centers of the nonradiation recombination.

Редактор: Дж.Абдинов