

УДК 621.315.592

**ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ НА ПОГЛОЩЕНИЕ СВОБОДНЫМИ  
НОСИТЕЛЯМИ В КРИСТАЛЛАХ  $\text{In}_{0,05}\text{Ga}_{0,95}\text{As}$  и  $\text{GaAs}$**

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

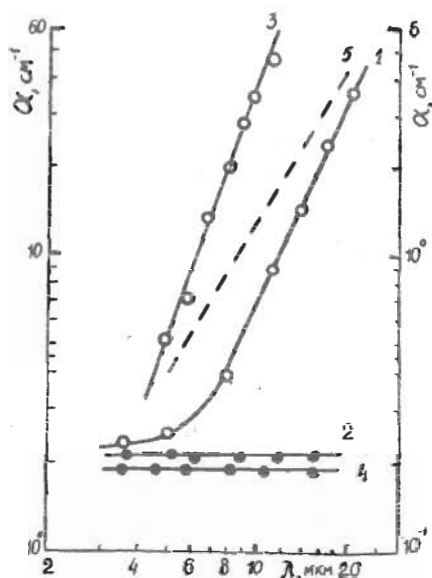
*Институт физики АН Азербайджана  
370143, Баку, пр.Г.Джавида 33*

Исследовано влияние облучения на поглощение свободными носителями в твердых растворах  $\text{In}_{0,05}\text{Ga}_{0,95}\text{As}$ ,  $\text{GaAs}$  нелегированном и легированном различными примесями. Установлено, что введение радиационных дефектов при облучении электронами с  $E=6\text{MeV}$  приводит к уменьшению, а в отдельных случаях к исчезновению поглощения свободными носителями, при этом значение показателя степени  $\gamma$  уменьшается. Исключением является  $\text{GaAs}\langle\text{Te}\rangle$  и  $\text{GaAs}\langle\text{Sn}\rangle$  при концентрациях носителей заряда  $n_0=3\cdot 10^{18}\text{см}^{-3}$ ,  $n_0=5\cdot 10^{18}\text{см}^{-3}$ , соответственно, в которых в первом случае значение  $\gamma$  не меняется, а во втором случае немного увеличивается.

По измерениям спектральной зависимости прозрачности определены коэффициент поглощения свободными носителями  $\alpha$  и показатель степени  $\gamma$  в законе  $\alpha\sim\lambda^\gamma$  в  $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$  и  $\text{GaAs}$  [1]. Показано, что поглощение, обусловленное беспорядком потенциала сплава, вносит значительный вклад в общее поглощение в твердых растворах  $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ . Также исследовались спектры поглощения облученных электронами кристаллов  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  [2] и установлено, что при малом содержании арсенида индия облучение быстрыми электронами с энергией  $3,5\text{MeV}$  приводит к уменьшению поглощения, а наблюдаемый ранее нами минимум на кривых поглощения [2] смещается в длинноволновую область.

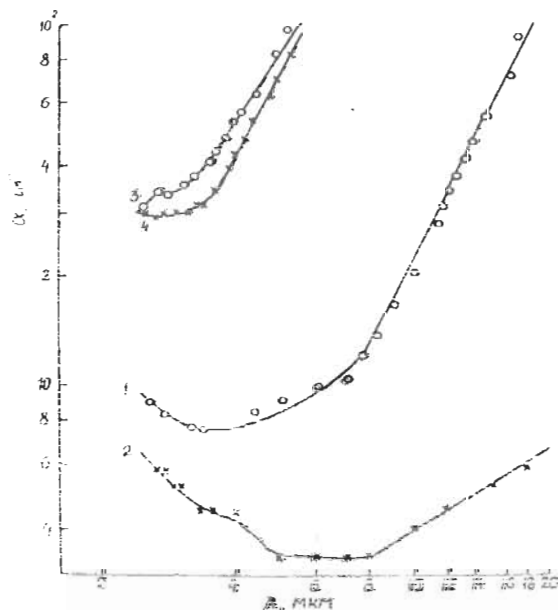
В работах Хага и Кимуры [3] и Балагурова и др. [4,5] подробно проанализировано рассеяние свободных носителей в соединениях  $\text{A}^3\text{B}^5$ , в том числе и в арсениде галлия n-типа, легированном теллуром и показано, что изменяется механизм рассеяния носителей заряда с легированием [4]. В данной работе исследовано влияние облучения на поглощение свободными носителями в твердых растворах  $\text{In}_{0,05}\text{Ga}_{0,95}\text{As}$  ( $n_0=2\cdot 10^{17}\text{см}^{-3}$ ),  $\text{GaAs}$  ( $n_0=4,7\cdot 10^{17}\text{см}^{-3}$ ),  $\text{GaAs}\langle\text{Te}\rangle$  ( $n_0=5\cdot 10^{18}\text{см}^{-3}$ ,  $3\cdot 10^{17}\text{см}^{-3}$ ),  $\text{GaAs}\langle\text{Sn}\rangle$  ( $n_0=3\cdot 10^{18}\text{см}^{-3}$ ,  $1\cdot 10^{18}\text{см}^{-3}$ ) и  $\text{GaAs}\langle\text{Zn}\rangle$  ( $n_0=3\cdot 10^{17}\text{см}^{-3}$ ). Монокристаллические образцы полировались, после чего проводились измерения прозрачности с помощью спектрометра «specord 75-IR» до и после облучения электронами в интервале длин волн  $\lambda=(2,5\div 25)\mu\text{м}$  при  $300\text{K}$ . Образцы облучались быстрыми электронами с энергией  $6\text{MeV}$  и дозами  $10^{17}$  и  $2\cdot 10^{17}\text{эл/см}^2$ .

На Рис.1 представлена зависимость коэффициента поглощения свободными носителями от длины волны в кристаллах необлученного (кр.1) и облученного (кр.2),  $\text{In}_{0,05}\text{Ga}_{0,95}\text{As}$  и нелегированном  $\text{GaAs}$  (кр.3 и 4). Как видно из рисунка, до облучения показатель степени  $\gamma$  при переходе от исходного арсенида галлия (кр.3) к твердым растворам (кр.1) изменяется, а после облучения в обоих кристаллах поглощение на свободных носителях не проявляется (кр.2 и 4). Как показано в работе [1], в отличие от  $\text{GaAs}$  в твердых растворах  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  имеет место дополнительное поглощение, приводящее к более слабой зависимости коэффициента поглощения от длины волны.



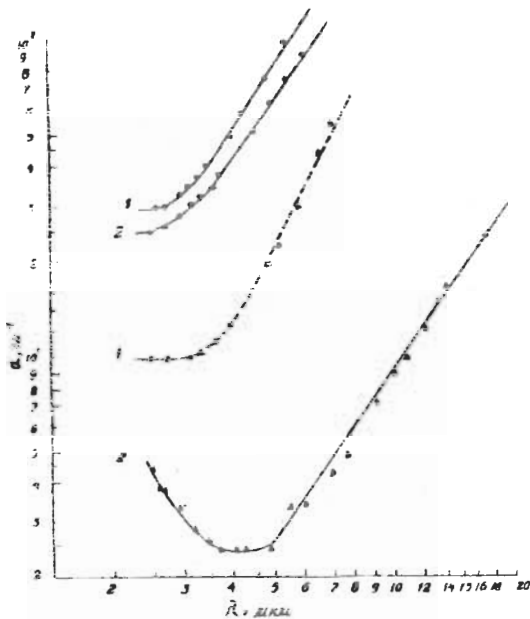
**Рис.1**  
 Экспериментальные и расчетные зависимости коэффициента поглощения от длины волны при 300К.  
 Кривые 1,2,-  $\text{In}_{0,05}\text{Ga}_{0,95}\text{As}$ ; 3,4 -  $\text{GaAs}$ ; 5- расчетные (шкала) справа;  
 1,3 - необлученные; 2,4 -облученные.

Уменьшение значения показателя степени  $\gamma$  в  $\text{Ga}_{0,95}\text{In}_{0,05}\text{As}$  по сравнению с  $\text{GaAs}$ , по-видимому, обусловлено разупорядоченностью сплава. Расчеты коэффициента поглощения свободными носителями для исходного  $\text{GaAs}$  при тех же концентрациях электронов и степени компенсации, что и в сплавах  $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}$ , проведены согласно работе [3] для сравнения с экспериментальными результатами  $\alpha$  в твердых растворах соответствующих концентраций носителей заряда.



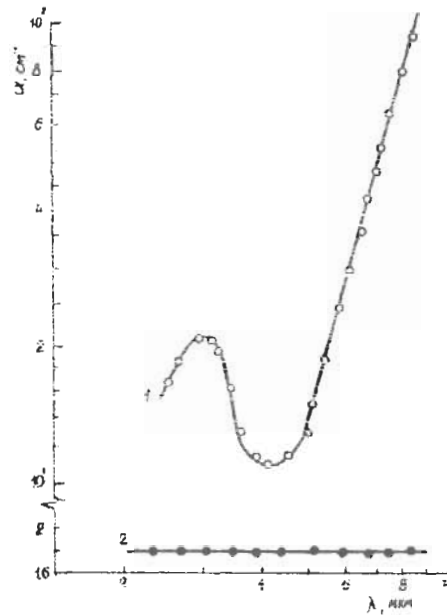
**Рис. 2**  
 Зависимость коэффициента поглощения от длины волны  $\text{GaAs}\langle\text{Te}\rangle$ .  
 Кривые 1,3 - необлученные; 2,4 - облученные.

На рис.2 показана зависимость коэффициента поглощения от длины волны в кристаллах  $\text{GaAs}\langle\text{Te}\rangle$  с концентрациями  $n_0=5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$  и  $n_0=3 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ . Как видно, при низкой концентрации носителей заряда (кр.1) показатель степени  $\gamma$  после облучения (кр.2) сильно изменяется (от 2,4 до 0,75). В кристаллах с большой концентрацией носителей заряда (кр.3) после облучения (кр.4) изменение по сравнению с кристаллами с меньшей концентрацией слабое (от 1,8 до 2,2).



**Рис.3**

Изменение коэффициента поглощения свободными носителями от длины волны в GaAs<Sn>. Обозначения те же.



**Рис.4**

Зависимость коэффициента поглощения от длины волны в GaAs<Zn>. Кривая 1 – до облучения; кривая 2 – после облучения.

На Рис.3 представлена зависимость коэффициента поглощения свободными носителями от длины волны в кристаллах GaAs<Sn> концентрациями  $n_0=3 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$  и  $n_0=1 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ . По сравнению с низкой концентрацией носителей заряда под влиянием облучения в этих кристаллах показатель степени  $\gamma$  меняется. В облученных кристаллах (кр.1) значение  $\gamma$  соответствует рассеянию на оптических фононах ( $\gamma=2,4$ ), а после облучения (кр.2) - на акустических колебаниях решетки ( $\gamma=1,8$ ). Как видно из рисунка, в образцах с высокой концентрацией носителей заряда показатель степени  $\gamma$  не меняется ( $\gamma=2$ ) до и после облучения, рассеяние носителей заряда происходит на акустических колебаниях решетки.

На Рис. 4 показано изменение коэффициента поглощения от длины волны в кристаллах GaAs<Zn> с концентрацией носителей заряда  $n_0=3 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ . Как видно из рисунка, под влиянием облучения поглощение свободными носителями не проявляется. До облучения поведение свободных носителей соответствует рассеянию на ионах примеси ( $\gamma=3,6$  кр. 1). По-видимому, исчезновение поглощения на свободных носителях после облучения связано с компенсацией образцов, обусловленной возникновением радиационных дефектов (кр.2)

Таким образом, установлено, что в сплавах  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ , при малом содержании арсенида индия, и исходном GaAs, нелегированном и легированном различными примесями введение радиационных дефектов при облучении электронами с  $E=6 \text{ МэВ}$  приводит к уменьшению, а в отдельных случаях к исчезнованию поглощения свободными носителями, при этом значение показателя степени  $\gamma$  уменьшается. Исключением является GaAs<Sn> и GaAs<Te> при концентрациях носителей заряда

$n_0=3 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ ,  $5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ , соответственно, в которых в первом случае значение  $\gamma$  не меняется, а во втором случае немного увеличивается.

1. М.И. Алиев, Х.А. Халилов, Г.Б. Ибрагимов, *Дан.Азерб. ССР*, **XLIII** №4 (1987) 12.
2. М.И. Алиев, Х.А. Халилов, Р.И.Рагимов, Э.Т.Мамедов, *Дан.Азерб. ССР*, **XLIII** №2 (1986) 17.
3. E. Haga, P. Kimura, *J.Phys. Soc.Japan*, **19** (1964) 658.
4. Е.А. Балагурова, Ю.Б. Греков, А.Ф.Кравченко и др., *ФТП*, **19** (1985) 1566.
5. Е.А. Балагурова, Ю.Б. Греков, И.А. Прудникова и др., *ФТП*, **18** (1984) 1011.

**In<sub>0,05</sub>Ga<sub>0,95</sub>As VƏ GaAs KRİSTALLARINDA SƏRBƏST YÜKDAŞIYIÇILARDAN UDULMAYA ELEKTRON ŞÜALANMASININ TƏ'SİRİ**

**M.İ. ƏLİYEV, Ş.Ş. RƏŞİDOVA, İ.M. ƏLİYEV, M.A. HÜSEYNOVA**

In<sub>0,05</sub>Ga<sub>0,95</sub>As müxtəlif aşqarlı və aşqsız GaAs kristalları tədqiq olunmuşdur.

Müəyyən olunmuşdur ki, E=6MeV enerjili elektronlarla şüalanma zamanı radiasiya defektlərinin yaranması, sərbəst yükdaşıyıcılardan udulmanın azalmasına, bəzi hallarda isə aradan çıxmasına səbəb olur,  $\gamma$  göstəricisinin qiyməti kiçilir.

GaAs<Sn>  $n_0=3 \cdot 10^{18} \text{ sm}^{-3}$  və GaAs<Te>  $n_0=5 \cdot 10^{18} \text{ sm}^{-3}$  kristalları istisna olmaqla,  $\gamma$  -nın qiyməti birinci halda dəyişmir, ikinci halda isə nisbətən artır.

**INFLUENCE of IRRADIATION on FREE CARRIER ABSORPTION in In<sub>0,05</sub>Ga<sub>0,95</sub>As and GaAs CRYSTALS**

**M.I.ALIYEV, SH.SH.RASHIDOVA, I.M.ALIYEV, M.A.HUSEYNOVA**

Solid solutions In<sub>0,05</sub>Ga<sub>0,95</sub>As and GaAs alloyed and unalloyed by different impurities were investigated.

It was established that under electron irradiation (E=6MeV) radiation defects provide decrease in individual cases disappearance absorption free carrier, index degree  $\gamma$  decreased.

Exception is GaAs <Sn> and GaAs <Te> with carrier concentration  $3 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  and  $5 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  accordingly; in the first case  $\gamma$  is constant, in second case increased a little.