

ИЗМЕНЕНИЕ ФАЗ И ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ GaSe С ПРИМЕСЯМИ ЖЕЛЕЗА

М.М. КУРБАНОВ, Э.Г. МАМЕДОВ, Д.Д. БАЙРАМОВ, С.Д. МАМЕДОВ,
Р.М. ИСМАЙЛОВ

Сумгаитский Государственный Университет
373208, Сумгаит, 43-квартал

Проведен рентгеноструктурный анализ и исследовано тепловое расширение соединений GaSe с примесями железа от 0,01 до 1 вес. %.

Обнаружено, что соединение GaSe с примесями железа от 0,01 до 0,1 вес. % с общей формулой относится к одной и той же гексагональной сингонии. С увеличением количества примесей (> 0,1 вес. % Fe), появляется новая перестройка атомов компонентов, в результате чего β -GaSe переходит в ε -GaSe.

Характер температурной зависимости коэффициента теплового расширения (КТР) как для чистого GaSe, так и с примесями Fe почти одинаков. Величины КТР образцов GaSe с примесями Fe мало отличаются от чистого.

Показано, что примеси Fe в меньших концентрациях замещают в основном вакансии Ga, что приводит к уменьшению КТР.

В [1] показано, что примесные атомы группы железа в GaSe при относительно малых концентрациях ($N < 0,1$ вес. %) уменьшают количество структурных дефектов типа вакансии Ga в кристаллической решетке GaSe, а при больших концентрациях ($N > 0,1$ вес. %) увеличиваются междоузельные примесные атомы, что сильно влияет на структуру люминесцентного излучения.

Соединения GaSe с примесями железа синтезированы сплавлением стехиометрических количеств галлия и селена с добавлением примесей Fe в запаянных под вакуумом кварцевых ампулах при температуре 1200°C. Для получения равновесного состояния сплавы подвергались гомогенизирующему отжигу при 800°C в течение 500 часов и закаливались в ледяной воде. Проведены дифференциально термические, рентгенографические и микроструктурные анализы этих образцов, а также измерены их микротвердости. При исследовании микроструктуры сплавов в качестве травителя использован состав $K_2Cr_2O_7, H_2SO_4 + H_2O$ (1:1). Термический анализ проведен на пирометре НТР-73 в откачанных до 0,1 Па кварцевых ампулах. Скорость нагрева 10 град/мин. Микротвердость сплавов измерялась на приборе ПМГ-3 при нагрузке 10г. При изучении микротвердости сплавов получены следующие значения: для GaSe – 30кг/мм²; 99,9вес. % GaSe + 0,1вес. % Fe – 43 кг/мм²; 99,5вес. % GaSe + 0,5вес. % Fe – 42кг/мм²; 99вес. % GaSe + 1вес. % Fe – 40кг/мм².

Как видно, микротвердость GaSe с примесью атомов железа уменьшается с увеличением концентрации примесей.

Рентгенографические исследования проводились, главным образом, на основе дифрактограмм. Дифрактограммы получены методом порошка. Исходя из идентичности полученных дифрактограмм можно предположить, что соединения с примесью от 0,01 до 0,1вес. % Fe с общей формулой относятся к одной и той же гексагональной сингонии. Параметры элементарных ячеек таковы:

для 0,01вес. % Fe	a=3,760 А;	c=15,984 А
для 0,05вес. % Fe	a=3,764 А;	c=15,990 А
для 0,1 вес. % Fe	a=3,840 А;	c=16,120 А
для 1,0 вес. % Fe	a=3,856 А;	c=16,220 А
$\alpha = \beta = 90^\circ; \gamma = 120^\circ$		

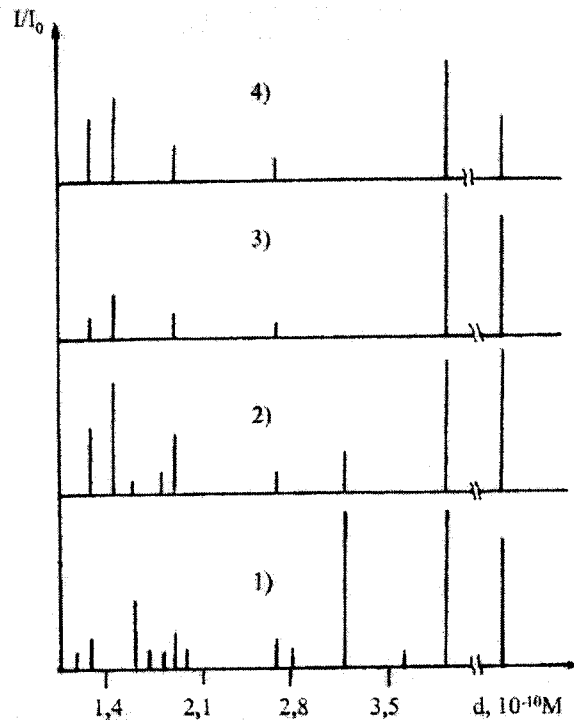


Рис. 1. Штрихдиаграммы соединений GaSe с примесями железа: 1 - GaSe с 0,01вес. % Fe; 2 - GaSe с 0,05вес. % Fe; 3 - GaSe с 0,1вес. % Fe; 4 - GaSe с 1,0вес. % Fe;

Из штрихдиаграммы (рис.1) видно, что при увеличении количества примеси железа появляются дополнительные линии, что, по-видимому, связано с новой перестройкой атомов компонентов.

Согласно [2] можно предполагать, что в β -GaSe, кристаллизующейся в гексагональной ячейке, с увеличением количества примеси железа появляется ε -GaSe, отличающийся наличием большого числа атомов в элементарной ячейке.

В зависимости от расположения различных примесей в междоузлиях и между слоями GaSe должна изменяться величина химической связи между атомами, что ярко проявляет себя в тепловых и упругих параметрах.

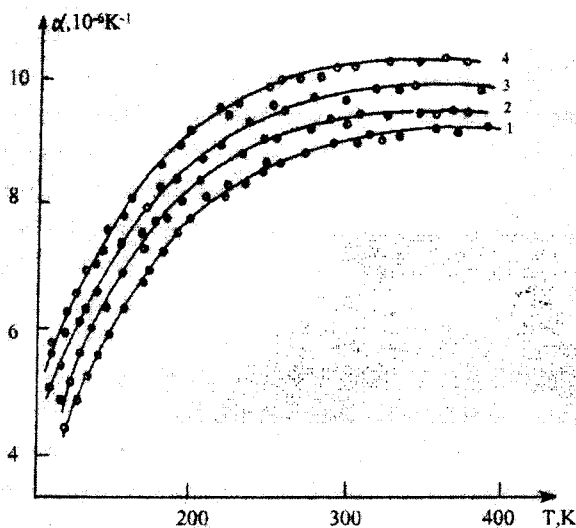


Рис.2. Тепловое расширение соединений GaSe

- 1 - GaSe без примеси;
- 2 - GaSe с 0,05вес.%Fe;
- 3 - GaSe с 0,1вес.%Fe;
- 4 - GaSe с 1вес.%Fe;

Исходя из вышеизложенного, нами проведены также измерения теплового расширения соединений GaSe с примесью (0,05вес.% Fe; 0,1вес.%Fe; и 1,0вес.% Fe) по методике [3]. По температурной зависимости относительного удлинения $\Delta L/L=f(T)$ вычислены КТР. На рис.2 приведены зависимости КТР от температуры как для GaSe с примесями железа, так и для чистого GaSe [4]. Как видно из рисунка, характер изменения КТР как для чистого GaSe, так и для GaSe с примесями от 0,05 вес.% до 1,0 вес.% Fe почти одинаков. Величины КТР с приме-

сями Fe также мало отличаются от чистого. Однако, степень температурной зависимости КТР с примесями больше, чем для чистого GaSe. Такое поведение КТР, видимо, связано с тем, что примеси Fe влияют как на механические, так и на тепловые свойства полупроводников, имеющих ковалентный тип химической связи.

Анализируя вышеизложенное, можно заключить, что в случае введения примесей в меньших концентрациях, как указано в [1], примеси замещают в основном вакансии в решетке (при этом число структурных дефектов в кристалле уменьшается), что приводит к уменьшению КТР. При значительно больших концентрациях примесных атомы располагаются также и в междоузлиях, которые приводят к переходу β фазы GaSe в ϵ -GaSe. При этом химические связи между атомами ослабевают, что приводит к увеличению КТР.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что соединения GaSe с примесями от 0,01 до 0,1вес.%Fe с общей формулой относятся к одной и той же гексагональной сингонии. С увеличением количества примесей железа в штрихдиаграмме появляются дополнительные линии, характеризующие новую модификацию ϵ -GaSe.

2. В случае введения примесей в меньших концентрациях ($N < 0,1$ вес.%Fe) примеси замещают в основном вакансии Ga и уменьшают число структурных дефектов, что приводит к уменьшению КТР. При больших концентрациях примесей ($N > 0,1$ вес.%Fe), примесные атомы располагаются также и в междоузлиях и приводят к увеличению КТР.

- [1] Ю.П. Гнотенко, З.Д. Коволок, П.А. Скубенко. УФЖ, 1982, т.27, №6, с. 838.
- [2] З.С. Медведева. В кн. Халькогениды элементов III^B подгруппы периодической системы. Изд. «Наука», Москва. 1968. стр.181.

- [3] Э.М. Годжаев, М.М. Зарбалиев, М.М. Курбанов. «Измерительная техника», 1985, №2, с.44.
- [4] Н.Г. Алиев, И.Г. Керимов, М.М. Курбанов, Т.А. Мамедов. ФТТ, 1972. т.14, с.1522.

M.M. Qurbanov, E.G. Məmmədov, S.C. Bayramov, S.C. Məmmədov, R.M. İsmayilov

DƏMİR AŞQARLI GaSe BİRLƏŞMƏSİNDƏ FAZA DƏYİŞMƏSİ VƏ İSTİDƏN GENİSLƏNMƏ

Tərkibində 0,01-dən 1,0%-ə kimi çəki nisbətində dəmir aşqarları daxil edilmiş GaSe birləşməsinin rentgenquruluş analizi aparılmış və istidən genişlənməsi ölçülmüşdür.

Müəyyən edilmişdir ki, tərkibində 0,01-dən 0,1% -ədək çəki nisbətində dəmir aşqarları olan GaSe birləşməsi heksaqonal sinqoniyaya malik olur. Aşqarların miqdarı artdıqda (>0,01% Fe) komponentlərin atomlarının yeni düzülüşü baş verir ki, bu da β -GaSe-nin ϵ -GaSe fazasına keçidinə səbəb olur.

Tərkibində Fe aşqarları olan GaSe birləşməsinin istidən genişlənmə əmsalının temperatur asılılığının xarakteri, təmiz GaSe birləşməsindəki kimidir.

GaSe kristalına kiçik konsentrasiyada Fe aşqarları daxil edildikdə onlar əsasən qəfəsdəki Ga vakansiyalarını tutur. Nəticədə kristalın istidən genişlənmə əmsalı azalır.

M.M. Kurbanov, E.G. Mamedov, D.D. Bayramov, S.D. Mamedov, R.M. Ismaylov

THE CHANGE OF PHASES AND THERMAL EXPANSION OF COMPOUNDS GaSe WITH IRON ADDITIONS

X-ray structural analysis was carried out and thermal expansion of GaSe compounds with iron additions of 0,01 to 1,0 weight % was investigated.

It is found that GaSe compounds with iron additions from 0.01 to 0,1 weight % of with the common formula regard to the same hexagonal syngony.

With the increasing of amount of additions (>0,1 weight %) the atoms of components rebuild, as a result β -GaSe turns into ϵ -GaSe.

М.М. КУРБАНОВ, Э.Г. МАМЕДОВ, Д.Д. БАЙРАМОВ, С.Д. МАМЕДОВ, Р.М. ИСМАЙЛОВ

The character of temperature dependence of the thermal expansion coefficient (CTHE) both for pure GaSe, and one iron additions is almost the same. The values CTHE of samples with iron additions differ little from pure GaSe.

It was shown that the injection of iron additions in small concentrations in the grill, substitute chiefly Ga vacancies that leads to 0, CTHE decrease.

Дата поступления: 13.11.00

Редактор: С.И. Мехтиева