В соответствии с положением и распределением по интенсивности основных линий на рентгенограммах, все компоненты систем (InSb, ZnTe, CdTe, $(InSb)_x$ $(ZnTe)_{1-x}$, $(InSb)_x$ $(CdTe)_{1-x}$) имеют кубическую структуру сфалерита.

Эндотермические пики на термограммах InSb, ZnTe, CdTe и твердых растворов, обусловленные как плавлением, так и окислением образцов, смещаются в рядах InSb → $(InSb)_x$ $(ZnTe)_{1-x}$ – ZnTe; InSb → $(InSb)_x$ $(CdTe)_{1-x}$→ CdTe преимущественно в сторону роста температуры, что косвенно подтверждает образование твердых растворов замещения.

Найденные на основе ИК-спектроскопических исследований (по пересечению касательной к краю поглощения с осью hυ) величины ширины запрещенной зоны с составом изменяются практически линейно в ряду InSb → $(InSb)_x$ $(ZnTe)_{1-x}$ – ZnTe и через минимум при 3 мол % CdTe в ряду InSb → $(InSb)_x$ $(CdTe)_{1-x}$→ CdTe. Появление минимума, скорее всего, связано с накоплением дефектов при взаимодействии бинарных компонентов, обусловленным образованием донорно-акцепторных комплексов типа In_2Te_3 [3].

Образованием донорно-акцепторных комплексов при попарном замещении атомов, указывающим на образование твердых растворов замещения, можно объяснить и плавное уменьшение (для системы InSb-ZnTe) или плавное нарастание (для системы InSb-CdTe) электропроводности с составом.

Определенные методом лазерной масс-спектрометрии составы отожженных (в выбранных температурных режимах) пленочных образцов отвечают стехиометрическим.

При анализе спектров комбинационного рассеяния компонентов систем выявлено изменение относительной интенсивности, уширение пиков излучения и их смещение с увеличением содержания $A^{II}B^{VI}$, что является следствием изменения координационного окружения атомов исходных компонентов, ширины запрещенной зоны и, в согласии с выше сказанным, об образовании твердых растворов замещения. Установлено также, что формирование твердых растворов происходит уже на этапе механохимической активации и окончательно завершается на стадии термической обработки.

Проведено сопоставление свойств изученных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кировская И.А. Адсорбционные процессы. – Иркутск: Изд-во ИГУ,1995. 300 с.

2. Кировская И.А. Поверхностные свойства алмазоподобных полупроводников. Твердые растворы. Томск: Изд-во ТГУ, 1984. 160 с.

3. Скоробогатова Л.А., Хабаров Э.Н. Зонные параметры системы твердых растворов $(InSb)_x$ $(CdTe)_{1-x}$ // Физика полупроводников, 1974. Вып. 2. С. 401-403.

ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ ГЕТЕРОВАЛЕНТНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ GaAs-$A^{II}B^{VI}$

Кировская И.А., Земцов А.Е., Шеденко А.В.
Омский государственный технический университет
Омск, Россия

Среди многокомпонентных полупроводников твердых растворов на основе бинарных соединений типа $A^{III}B^{V}$, $A^{II}B^{VI}$ заслуживают внимания твердые растворы систем GaAs-CdS и GaAs-CdSe – перспективные материалы новой техники. Они при определенной изученности их исходных компонентов GaAs, CdS, CdSe к началу нашей работы практически не исследовались: были известны лишь две работы [1, 2], посвященных получению твердых растворов $(GaAs)_x(CdS)_{1-x}$ и $(GaAs)_x(CdSe)_{1-x}$ определенных составов.

Одним из перспективных направлений применения создаваемых материалов является использование их в сенсорах-датчиках экологического и медицинского назначения, предусматривающее не только определение следов токсичных газов в воздухе, но и анализ микропримесей выдыхаемого газа, проведение медицинской диагностики по его составу.

Для более продуктивного использования названных материалов необходимы систематические исследования, включающие как получение и идентификацию, так и изучение физико-химических свойств.

Твердые растворы $(GaAs)_x(CdS)_{1-x}$ (x = 5–95 мол % GaAs) и $(GaAs)_x(CdSe)_{1-x}$ (x = 90-97 мол % GaAs) получали в форме порошков и пленок. В первом случае использовали метод изотермической диффузии бинарных соединений в вакуумированных запаянных кварцевых ампулах при температурах, ниже их температур плавления [3], во втором случае – методом термического дискретного напыления в вакууме [4] ($T_{конд}$ = 298 К, P = $1{,}33\cdot10^{-4}$ Па) на стекло или АТ-срез пьезокварца. Полученные порошки и пленки подвергали отжигу в парах сырьевого материала, который, как и синтез, осуществляли в определенных режимах, по специальным программам. Толщину пленок определяли по изменению частоты пьезокварцевого резонатора и интерферометрически, кристаллическую структуру пленок и порошков – рентгенографически.

Для исследования физико-химических свойств полученных твердых растворов использовали рентгенографический и КР-спектроскопический методы. Рентгенограммы снимали на дифрактометре ДРОН-3М в CuK_α и хромовом излучениях; КР-спектры (спектры ком-

бинационного рассеяния) регистрировали на Фурье-спектрометре RFS-100 при разрешении 1 $см^{-1}$ и возбуждении их излучением лазера на иттрий – алюминиевом гранате с неодимом (λ = 1064 нм).

Результаты выполненных исследований позволяют говорить об образовании в системах GaAs-CdS и GaAs-CdSe твердых растворов замещения в исследованных областях концентраций (см., например, табл. 1, рис. 1, 2). Так на рентгенограммах линии четырехкомпонентных систем сдвинуты относительно линий бинарных соединений при постоянном их числе, отсутствуют дополнительные линии, соответствующие не прореагировавшим бинарным соединениям (что указывает и на завершение синтеза). Зависимости рассчитанных значений параметров решеток, межплоскостных расстояний и рентгеновской плотности от состава линейны (рис. 1). В спектрах комбинационного рассеяния (рис. 2) максимум антистоксовского излучения при увеличении концентрации GaAs смещается в сторону меньших частот, указывая на изменение ширины запрещенной зоны с образованием твердых растворов. Соответственно изменяется и интенсивность КР-пиков, отвечающих продольным (LO) и поперечным (TO) колебаниям кристаллической решетки.

В соответствии с результатами рентгенографического анализа, твердые растворы системы GaAs-CdSe имеют структуру сфалерита, твердые растворы системы GaAs-CdS – структуру сфалерита или вюрцита, в зависимости от состава (табл. 1).

Проведено сопоставление свойств полученных твердых растворов $(GaAs)_x(CdS)_{1-x}$ и $(GaAs)_x(CdSe)_{1-x}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Войцеховский А.В., Пашун А.Д., Митюрев В.К. О взаимодействии арсенида галлия с соединениями типа $A^{II}B^{VI}$ // Изд. АН СССР. Сер. Неорган. матер., 1970. Т. 6. № 2. С.379-380.

2. Глазов В.М. Химические превращения в расплавах полупроводников при их двойном легировании элементами донорного и акцепторного типа //ЖФХ, 1998. Т. 72. № 6. С.967-979.

3. Кировская И.А. Поверхностные свойства алмазоподобных полупроводников. Твердые растворы. Томск: Изд-во ТГУ, 1984. –160 с.

4. Тонкие пленки антимонида индия. Кишинев: Штиница, 1989. - 162 с.

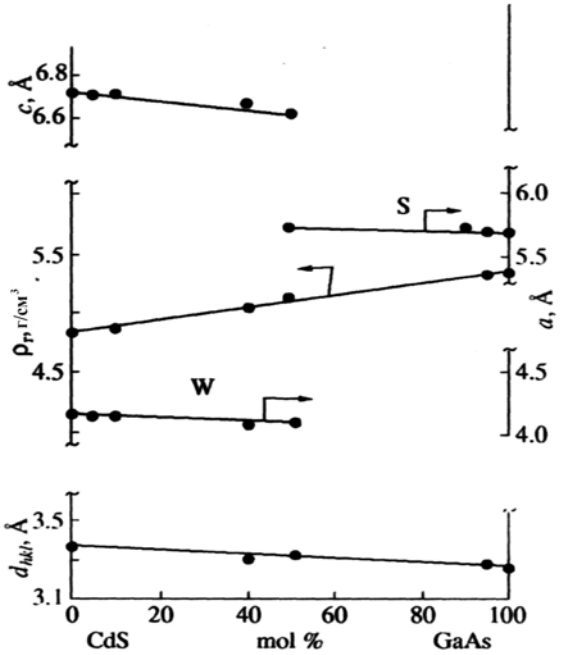

Рис. 1. Зависимость параметров решетки (a, c), межплоскостного расстояния (d_{hkl}) и рентгеновской плотности (ρ_r) от состава системы GaS-CdS (S - сфалерит, W – вюрцит)

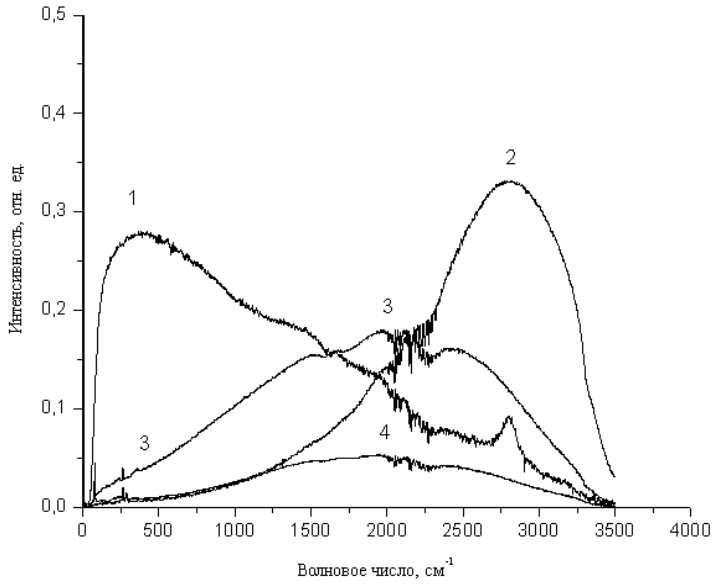

Рис. 2. Спектры комбинационного рассеяния в области антистоксовского излучения компонентов системы GaAs-CdS, содержащих 0(1), 40(3), 50(4), 100(2) мол.% GaAs

Таблица 1. Значения параметров кристаллической решетки (*a*,c), межплоскостного расстояния (d_{hkl}) и рентгеновской плотности (ρ_r) компонентов системы GaAs-CdS

GaAs, мол. %	Тип решетки	*a*, A°	c, A°	d_{hll}, A°				ρ_r, г/см^3
				[111]	[220]	[110]	[004]	
100	куб	5,650 ± 0,007	–	3,252±0,012	1,996±0,004			5,34
95	куб	5,656 ± 0,010	–	3,273±0,012	2,004±0,004			5,31
50	куб	5,711 ± 0,008	–	3,324±0,012	2,021±0,004			5,16
0	куб	5,832 ± 0,009	–	3,364±0,012	2,060±0,004			4,84
50	гекс	4,077 ± 0,007	6,608 ±0,011			2,054±0,004	1,6521±0,0027	5,05
40	гекс	4,070 ± 0,009	6,670±0,014			2,044±0,004	1,6681±0,0028	5,02
10	гекс	4,129 ± 0,007	6,713±0,011			2,065±0,005	1,6783±0,0028	4,85
5	гекс	4,129 ± 0,007	6,704±0,011			2,065±0,065	1,6760±0,0028	4,85
0	гекс	4,151 ± 0,007	6,713±0,011			2,068±0,005	1,6790±0,6028	4,83