

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ – ПЕРВИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕНСОРОВ-ДАТЧИКОВ

*Кировская И.А., Миронова Е.В.

Омский государственный технический университет, Омск, Россия

*e-mail: phiscem@omgtu.ru

Работа выполнена в плане поиска новых материалов, адсорбентов и катализаторов на основе многокомпонентных алмазоподобных полупроводниковых систем, представителем которых является система InSb-CdTe. Она образована бинарными соединениями типа $A^{III}B^V$ и $A^{II}B^{VI}$, уже нашедшими широкое применение в современной технике. Переход к более сложным системам таит в себе возможности открытия неожиданных свойств и соответственно практическую перспективность. Для более эффективного использования таких систем необходимы систематические исследования, включающие как получение и идентификацию, так и изучение физико-химических свойств реальной поверхности, играющей существенную роль во многих областях применения полупроводников [1].

В данной работе, представляющей собой начало цикла обозначенных исследований, анализируются результаты синтеза и идентификации твердых растворов $(InSb)_x(CdTe)_{1-x}$.

Порошки твердых растворов $(InSb)_x(CdTe)_{1-x}$ получали методом изотермической диффузии бинарных компонентов в вакуумированных запаянных кварцевых ампулах при температурах, превышающих температуру плавления InSb – легкоплавкого компонента [2]. Продукты синтеза представляли собой компактные поликристаллические слитки на дне ампулы, подвергавшиеся затем измельчению. Состав полученных твердых растворов определялся пределами взаимной растворимости бинарных компонентов (до 6 мол % InSb в CdTe и до 5 мол % CdTe в InSb).

Для проведения дальнейших исследований твердые растворы и бинарные компоненты использовали в форме порошков и пленок. Пленки получали методом дискретного напыления в вакууме ($T_{конд.}=298$ К, $P=1,33 \cdot 10^{-3}$ Па) на различные подложки (стекло, монокристаллы KBr, электродные площадки пьезокварцевых резонаторов) с последующим отжигом в парах сырьевого материала [1].

Рентгенографический анализ проводили на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3 (CuK_{α} -излучение, $\lambda = 1,54056 \text{ \AA}$, $T = 295$ К), термографический – на дериватографе Q-1500 системы E.Paylik, I.Paylik, L.Erday при режиме линейного нагрева со скоростью 5 К/мин.

Оптические исследования, проводимые с целью определения ширины запрещенной зоны (ΔE), заключались в снятии спектров пропускания и отражения (на двухлучевом инфракрасном спектрофотометре ИКС-29) в области ИК-излучения ($400-4200 \text{ см}^{-1}$), отвечающей краю собственного поглощения полупроводников типа $A^{III}B^V$ (с прямыми электронными переходами).

Измерение электропроводности совмещали с измерением адсорбции на пьезокварцевых весах, нанося пленочные образцы на электродные площадки пьезокварцевых резонаторов АТ-среза [3].

Результаты выполненных исследований позволяют говорить об образовании в системе InSb - CdTe заданных составов твердых растворов замещения: линии на рентгенограммах сдвинуты относительно линий бинарных компонентов при постоянном их числе. Зависимости значений параметра решетки (a), межплоскостного расстояния (d_{hkl}), рентгеновской плотности (ρ_r) от состава твердых растворов, полученных в области растворимости InSb в CdTe, близки к линейным (небольшое отклонение от линейной зависимости наблюдается лишь для компонента состава $(\text{InSb})_{0,03}(\text{CdTe})_{0,97}$). Для твердых растворов, полученных в области растворимости CdTe в InSb, указанные зависимости имеют сравнительно сложный характер, нашедший объяснение в пользу образования твердых растворов с учетом литературных данных. Обращает также на себя внимание отсутствие на рентгенограммах дополнительных линий, отвечающих непрореагировавшим бинарным компонентам, а также размытости основных линий, что свидетельствует о полном завершении синтеза твердых растворов. По положению и распределению по интенсивности основных линий все компоненты системы $(\text{InSb})_x(\text{CdTe})_{1-x}$ имеют кубическую структуру сфалерита.

Эндотермические пики на кривых ДТА, обусловленные как плавлением, так и окислением образцов [2], смещаются в ряду $\text{InSb} \rightarrow (\text{InSb})_x(\text{CdTe})_{1-x} \rightarrow \text{CdTe}$ преимущественно в сторону роста температуры.

Ширина запрещенной зоны (ΔE), найденная на основе результатов ИК-спектроскопических исследований, для InSb и твердых растворов $(\text{InSb})_{0,97}(\text{CdTe})_{0,03}$, $(\text{InSb})_{0,95}(\text{CdTe})_{0,05}$ составляет соответственно 0,205; 0,17; 0,23 эВ.

Удельная электропроводность плавно нарастает в последовательности $\text{CdTe} \rightarrow (\text{InSb})_x(\text{CdTe})_{1-x}$ по мере увеличения содержания InSb.

Таким образом, по разработанным методикам получены (в форме порошков и пленок) твердые растворы замещения сфалеритной структуры $(\text{InSb})_x(\text{CdTe})_{1-x}$ ($x = 0,01-0,05$ и $0,94-0,99$). Они идентифицированы на основе рентгено- и термографических, ИК-спектроскопических и электрофизических исследований.

Установлены оптимальные составы твердых растворов, предложенных в качестве первичных преобразователей сенсоров-датчиков на микропримеси CO, NO₂.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кировская И.А. Поверхностные явления. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2001 – 175 с.
2. Кировская И.А. Поверхностные свойства алмазоподобных полупроводников. Твердые растворы. Томск: Изд-во ТГУ, 1984. -160 с.
3. Кировская И.А. Адсорбционные процессы. Иркутск: Изд-во ИГУ, 1995. - 300 с.