

[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 , NO_2 .

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.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ INSB-CdTE

Кировская И.А.

*Омский государственный технический университет,
Омск*

Система InSb-CdTe является представителем сложных полупроводниковых систем, изучаемых нами в плане поиска эффективных материалов современной техники, прежде всего, сенсорной электроники, адсорбентов и катализаторов.

Интерес к выбранным объектам изучения в данной работе – твердым растворам $(\text{InSb})_x(\text{CdTe})_{1-x}$, как и к другим, им подобным, основывается на уникальных свойствах исходных бинарных соединений $\text{A}^{\text{III}}\text{B}^{\text{V}}$, $\text{A}^{\text{II}}\text{B}^{\text{VI}}$ (прежде всего, электрофизических, фото- и пьезоэлектрических, оптических), уже используемых в технике и полупроводниковом катализе.

В каждой из названных областей существенную роль играет поверхность. Следовательно, необходимо всестороннее изучение ее физико - химических свойств. Информация же о характере изменения этих свойств с составом должна оказаться полезной с точки зрения обнаружения экстремальных эффектов, служащих ориентиром к обозначенному поиску, что подтверждается практическими результатами [1].

Выбор химических реагентов (CO , O_2 , NO_2 , NH_3) в качестве адсорбатов и возможных участников каталитических реакций диктовался не только их электронной природой, но и, в связи с токсичностью, возможностью решения экологических задач.

Объекты исследований представляли собой порошки ($S_{\text{уд}} = 0,405-0,62 \text{ м}^2/\text{г}$) и пленки ($d = 0,25-0,35 \text{ мкм}$) InSb , CdTe , их твердых растворов замещения $(\text{InSb})_x(\text{CdTe})_{1-x}$ ($x = 0,01-0,05$ и $0,94-0,99$), полученных методом изотермической диффузии в областях взаимной растворимости бинарных компонентов [2].

Кислотно-основные свойства поверхности изучали методом ИК-спектроскопии, гидролитической адсорбции (определение рН-изоэлектрического состояния), механохимии, неводного кондуктометрического титрования [3].

Для изучения адсорбции использовали метод пьезокварцевого микровзвешивания (чувствительность $1,23 \cdot 10^{-11} \text{ г}/(\text{см}^2 \text{ Гц})$). Пленки-адсорбенты наносили на электродные площадки пьезокварцевых резонаторов, имеющих форму линзы АТ-среза с собственной частотой колебаний 7-8 мГц [4]. На этих же образцах одновременно исследовали изменения электропроводности и соответственно заряжения поверхности под влиянием адсорбированных газов. Интервалы температур и давлений составляли соответственно 253-473 К и 0,5-20 Па.

Каталитические исследования осуществляли безградиентными импульсным и проточно - циркуляционным методами [3] в условиях, исключающих влияние процессов массо- и теплопередачи: $T = 290-473$, $P = 101-103 \text{ кПа}$, объемная скорость газа носителя 8-26 мл/мин, объем импульса 0,5-1,5 мл. Для обеспечения в проточном реакторе режима идеального вытеснения и устранения внешнедиффузионного торможения соблюдались специально разработанные правила и приемы. Удельную каталитическую активность оценивали по удельной скорости реакции при заданной температуре и составе реакционной смеси.

При предварительном установлении температурных областей протекания изучаемых реакций и дальнейшем выяснении их механизма полезными оказались результаты исследования индивидуальной и совместной адсорбции участников реакций. Об изменении электронного состояния поверхности в процессе адсорбции судили по изменению электропроводности, которую измеряли зондовым методом [3].

В итоге изучены кислотно-основные, адсорбционные (по отношению к CO , O_2 , NO_2 , NH_3 , $\text{CO}+\text{O}_2$, NO_2+NH_3) и каталитические (по отношению к реакциям окисления оксида углерода (II) и восстановления оксида азота (IV) аммиаком) твердых растворов и бинарных компонентов системы InSb-CdTe . Определены природа, сила и концентрация кислотных центров. Оценено изменение последней при воздействии газов (NO_2 , NH_3), γ -облучения и изменении состава системы.

На основе анализа опытных зависимостей, термодинамических и кинетических характеристик адсорбции, электрофизических, кислотно-основных и других физико-химических характеристик адсорбентов (с учетом электронной природы молекул адсорбата), диаграмм состояния «адсорбционная характеристика – состав» установлены механизм и закономерности адсорбционных процессов в зависимости от условий протекания и состава системы.

Результаты адсорбционных исследований использованы для предварительного установления тем-

пературных областей протекания и выявления механизма изучаемых реакций. Предложен ударный механизм. При сравнительно низких температурах обнаружена высокая каталитическая активность отдельных компонентов (преимущественно твердых растворов) системы InSb-CdTe.

Выявлены, наряду с общностью с бинарными соединениями (InSb, CdTe), специфические особенности в поведении твердых растворов как многокомпонентных систем. Они заключаются в наличии экстремумов на диаграммах « p_{H_2O} -состав», «адсорбционная характеристика – состав», «каталитическая активность – состав». Использование таких диаграмм привело к открытию наиболее активных по отношению к выбранным газам и реакциям компонентов системы и созданию на их основе высокочувствительных, селективных датчиков и высокоактивных, селективных катализаторов.

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. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1984. – 166 с.
3. Кировская И.А. Поверхностные свойства алмазоподобных полупроводников. Химический состав поверхности. Катализ. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1988. – 220 с.
4. Кировская И.А. Адсорбционные процессы. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1995. – 300 с.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ АНАЛИЗ ТОКСИЧНЫХ ГАЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ТИПА $(A^{III}B^V)_x(A^{II}B^{VI})_{1-x}$.

Кировская И.А., Шубенкова Е.Г., Новгородцева Л.В.,
Лещинский С.С., Тимошенко О.Т., Филатова Т.Н.
Омский государственный технический университет,
Омск

Методы оперативной диагностики и контроля, базирующиеся на системе полупроводниковых сенсоров-датчиков, предусматривают получение новых материалов, изучение их адсорбционно-зарядовой чувствительности к детектируемым частицам, кинетических особенностей формирования соответствующих сенсорных откликов.

По сравнению с достаточно хорошо изученными оксидами, особого внимания заслуживают пленки и пленочные структуры на основе соединений $A^{III}B^V$, $A^{II}B^{VI}$, представители которых уже зарекомендовали себя в качестве чувствительных элементов газовых сенсоров. В работе анализируются результаты получения и исследования в указанном плане новых полупроводниковых систем InSb-ZnTe, GaSb-ZnTe, GaSb-CdTe, InSb-CdS, InP-CdS при одновременном расширении арсенала тестовых адсорбатов. В качестве таковых были взяты кислород, оксид и диоксид углерода, диоксид азота, аммиак и др., молекулы которых отличаются значениями донорных и акцепторных чисел, дипольного момента и общей поляризуемостью.

Тонкие пленки получали термическим напылением в вакууме, адсорбционные измерения осуществляли методом пьезокварцевого микровзвешивания [1] в интервалах температур 253 – 393 К и давлений 1 – 11 Па.

Величины адсорбции изученных газов составляют $10^{-3} - 10^{-5}$ моль/м². На основе кривых температурной зависимости адсорбции $\alpha_p = f(T)$, термодинамических и кинетических характеристик установлены области обратимой химической адсорбции, т.е. области воспроизводимой работы адсорбентов как первичных преобразователей сенсоров-датчиков. С помощью построенных диаграмм состояния «величина адсорбции – состав» удалось выявить адсорбенты, наиболее избирательно чувствительные по отношению к определенному газу. Так, по отношению к аммиаку ими оказались твердые растворы $(InSb)_{0,95}(ZnTe)_{0,05}$ и $(GaSb)_{0,95}(ZnTe)_{0,05}$, к диоксиду углерода – InP, к диоксиду азота – InSb, к кислороду – CdS. Проведена также работа по обеспечению одновременного контроля формы импульса адсорбата и сигнала сенсора-датчика (рис. 1).

С точки зрения оперативности в поиске новых материалов – первичных преобразователей сенсоров-датчиков – интерес представляют результаты исследований кислотно-основных свойств поверхности рассматриваемых объектов – компонентов полупроводниковых систем InSb-ZnTe, GaSb-ZnTe, GaSb-CdTe, InSb-CdS, InP-CdS, предшествовавших прямым адсорбционным исследованиям.

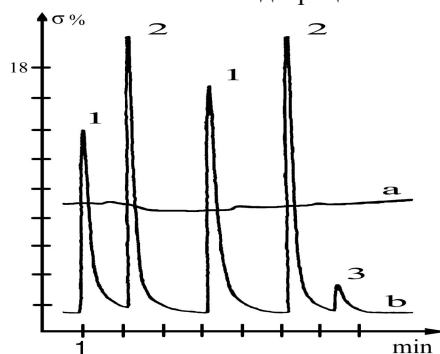


Рисунок 1. Сенсорный отклик тонкой пленки CdTe – GaSb (а) и хроматографа (б) на импульс давления паров адсорбата: 1 – этанол; 2 – ацетон; 3 – аммиак.