

## О ПРИРОДЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ РАДИАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ В В<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Х.И.АБДУЛЛАЕВА

*Институт Радиационных Проблем НАН Азербайджана  
AZ 1143, г.Баку, ул.Ф.Агаева, 9*

Исследование размерной зависимости спектров УФ-диффузного отражения  $\gamma$ -облученных и необлученных образцов В<sub>2</sub>O<sub>3</sub> показывает, что уменьшение размера гранул стимулирует переход из одного локализованного состояния в другое вследствие изменения окружения зарядовых состояний как катион-анионных, так и анион-катионных вакансий.

### ВВЕДЕНИЕ

Реальная поверхность характеризуется весьма высокой плотностью биографических поверхностных состояний, различающихся по своим энергетическим и кинетическим параметрам в полупроводниках и диэлектриках [1-3]. По сравнению с их массивными образцами изменение поверхностных состояний сильно проявляет себя в дисперсных средах [4-6], обладающих многофазностью (кристаллическая, стеклообразная и аморфная) приповерхностного слоя. Адсорбция изменяет энергетический спектр этих состояний и приводит к появлению новых состояний в запрещенной зоне кристаллических материалов. Учитывая высокую плотность состояний, нарушающих структуру поверхности кристаллического полупроводника и диэлектрика, неупорядоченное распределение дефектов наиболее перспективными для анализа энергетического спектра являются подходы современной электронной теории неупорядоченных систем [7-10].

Для определения вклада различных фазовых состояний и кристаллических модификаций на изменение поверхностных электронных состояний [3,5,6,8,9] среди существующих различных спектральных методов (ИК-, КР- и т.д.) наиболее информативным способом является УФ-диффузное отражение [11,12]. В случае оксидных диэлектриков этот метод позволяет определить распределение и плотность локализованных электронных состояний со структурными дефектами [3,4,6,10]. Изменение плотности структурных дефектов в приповерхностном слое, свойственных дисперсным средам [3,4,6,8,9], с изменением размера частиц меняется симбатно. В связи с этим исследована размерная зависимость оптических спектров диффузного отражения ( $D_0$ ) оксида бора.

### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

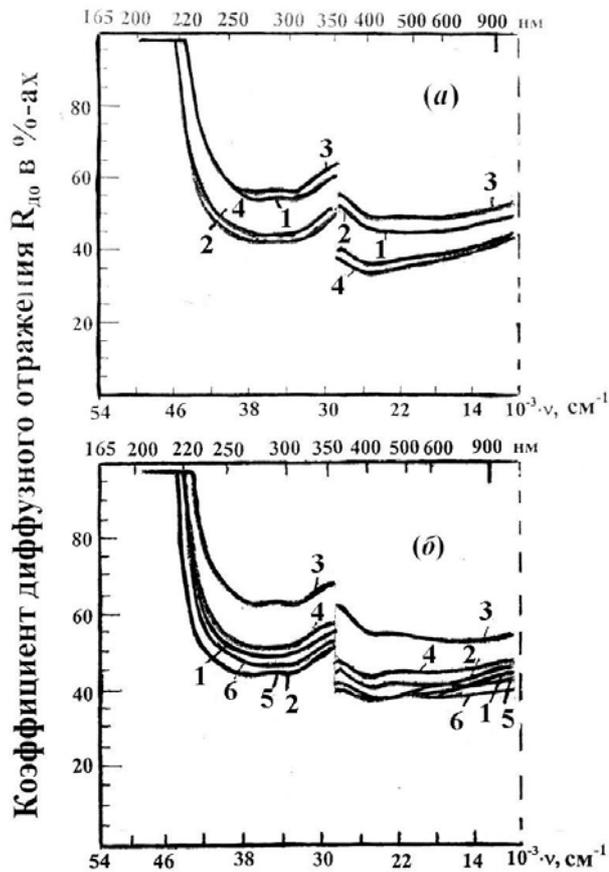
В качестве объекта исследования использовали фракционированные дисперсные образцы В<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (с размерами  $d=2r=50, 65, 100, 125, 160$  и  $200\text{мкм}$ , марки ОСЧ 9-2, обогащенные бором, чистотой 98,7%). Предварительно для очищения поверхности образцов от органических адсорбированных и других загрязнений проводилась термовакуумная обработка [13-15]. Затем для каждой фракции как необлученных, так и  $\gamma$ -облученных до  $10\text{кГр}$  образцов в отдельности снимали спектры УФ-диффузного отражения при  $300\text{К}$  на спектрофотометре SPECORD M 40 в области длин волн  $\lambda \sim 165 \div 900\text{нм}$  ( $\epsilon_{\text{фотон}} = 7,5 \div 1,38\text{эВ}$ ).

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты исследований размерной зависимости спектров (ДО) облученных и необлученных образцов В<sub>2</sub>O<sub>3</sub> представлены на Рис.1. Как видно, для обоих случаев формы спектров ДО независимо от размеров фракции В<sub>2</sub>O<sub>3</sub> идентичны. Однако изменение значений коэффициента диффузного отражения ( $R_{\text{ДО}}$ ) наблюдается в коротковолновой УФ-области спектра.

Обнаруживаемое размерное изменение смещения  $R_{\text{ДО}}$  относительно фракций  $d \leq 100\text{мкм}$ , вероятно, связано с наличием поверхностного поля [3,7,9,10,12,15]. При этом определяемые значения ширины запрещенных зон  $\epsilon_g$  (где для массивном В<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  $\epsilon_g \sim 9\text{эВ}$ [3,4] по сравнению с их соответствующими массивными значениями различаются на  $\sim 1,5\text{эВ}$

( $\epsilon_g \sim 7,2\varepsilon_B$ ). Размерное смещение коротковолновой области для облученных образцов по сравнению с необлученными происходит  $\sim 1,5-2$  раза больше, что является следствием изменения зарядового состояния поверхностных дефектов, вызванного действием  $\gamma$ -радиации при 215-225 нм и в видимой области 420÷900нм, характерной для полос поглощения примесного характера. Наблюдаемые полосы поглощения при 264 и 290нм связаны соответственно с электронными ( $F^+$ ) центрами собственного и примесного характера [3,7,14].



Полосы отражения с максимумом 335нм характеризуются наличием и преобладанием атомов металлического бора на поверхности. Интенсивность данной полосы практически не изменяется, что свидетельствует о собственном характере, связанным с динамикой самой решетки. Полосы поглощения в видимой области с минимумами 375 и 390нм соответствуют дырочным  $V^{\cdot}$  центрам, отличающихся зарядовым состоянием. Неизменность поглощения и глубины полос поглощений свидетельствуют о собственном характере их происхождения. Эти результаты хорошо согласуются с ЭПР-данными о наличии сверхтонкой структуры (СТС) у дырочных центров с  $g$ -факторами  $g_1=2,001$  (постоянная тонкой структуры,  $A_1=1,2\text{мТл}$ );  $g_2=2,0105$  ( $A_2=1,4\text{мТл}$ ),  $g_3=2,041$  [7,14].

**Рис.1.**

Спектры УФ-диффузного отражения исходного (а) и  $\gamma$ -облученного (б)  $V_2O_5$  с различными размерами фракций: 50 (кривая 1), 65(2), 100(3), 125(4), 160(5) и 200 (6)мкм.

Полоса поглощения при  $\lambda=580\text{нм}$  соответствует примеси  $Fe^{3+}$ . Изменение глубины и формы этой полосы, сопровождающейся ее сливанием в зависимости от размеров фракции, подтверждает ее примесную природу. Однако сигнала от примесного  $Fe^{3+}$  в ЭПР-спектре не наблюдается вследствие перекрывания общим спектром  $V_2O_5$  [7,14].

Наиболее интересные экспериментальные факты обнаруживаются для фракции с размерами гранул 100мкм. Именно в дисперсных средах при размерах фракции  $d<100$  и  $d>100\text{мкм}$  характерные фундаментальные оптические электрофизические и физико-химические свойства диэлектриков резко отличаются при сравнении их с массивными образцами [2-5,7-10]. Наблюдаемая особенность относительно этого размера, вероятно, связана с преобладанием концентрации катионов по сравнению с концентрациями катионных и анионных вакансий. Подтверждением данного предположения является сравнительно высокое значение  $R_{до}$  (на 15-20)% для размеров  $d=100\text{мкм}$  по всей области спектра.

Такое поведение полос поглощения, относящихся к дырочным центрам собственного и примесного характера, по всей вероятности, связано с взаимодействием дырок, локализованных около анионных вакансий с адсорбированными как электроотрицательными ( $O_2, CO, NO$ ), так и электродонорными молекулами ( $H_2O, CO_2, H_2, N_2$  и др.). Это, в свою очередь, приводит к нейтрализации зарядового состояния поверхностных дефектов.

Таким образом, результаты оптических и ЭПР-исследований показывают, что взаимодействие адсорбированных молекул с поверхностью облученных  $\gamma$ -квантами и необлученных оксидов происходит, в основном, со слабо связанными дырками.

Выражаю свою благодарность М.М.Алиеву и Н.Н.Гаджиевой за оказанную помощь при обсуждении результатов.

1. В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г. Калашников, *Физика полупроводников*, М.: Наука, (1990) 688.
2. *Физические процессы в облученных полупроводниках*, Под ред. А.С.Смирнова, Новосибирск: Наука, (1977) 256.
3. В.Ф.Киселев, О.В.Крылов, *Электронные явления в абсорбции и катализе на полупроводниках и диэлектриках*, М.: Наука, (1979) 236.
4. В.Б.Лазарев, В.В.Соболев, И.С.Шаплыгин, *Химические и физические свойства простых оксидов металлов*, М.: Наука, (1983) 239.
5. Ю.В.Троицкий, *Оптика и спектроскопия*, **68** (1990) 166.
6. И.Д.Морохов, Л.И.Трусов, В.Н.Лаповок, *Физические явления в ультрадисперсных средах*. М.: Энергоатомиздат, (1984) 224.
7. Д.Ливер, *Электронная спектроскопия неорганических соединений (перевод с англ. под редакцией Цивадзе А.Ю.) в 2-х томах*. М.: Мир, **1** (1987) 491, **2** (1987) 448.
8. Я.С.Бобович, *Журнал прикладной спектроскопии*, **49** (1988) 359.
9. Д.Г.Клещев, А.И.Шейнкман, Р.Н.Плетнев, *Влияние среды на фазовые и химические превращения в дисперсных системах*. Свердловск, (1990) 244.
10. В.С.Вихнин, Н.С.Аверкиев, *Физика твердого тела*, **36** (1994) 1480.
11. М.М.Алиев, М.Ч.Ахмедова, Н.Н.Гаджиева, Е.А.Зеленкова, Г.И.Ибрагимов, Р.Ш.Рагимов, *Тезисы докладов 8-ой межд. конф. «Физико-химические процессы в неорганических материалах» (ФХП), 9-12 октября, Кемерово, (2001) 16.*
12. Н.Н.Гаджиева, *Сборник трудов межд. конф. «Физика 2005», посвящ. 60-летию ИФ НАН Азербайджана 7-9 июня, Баку (2005) 201.*
13. N.N.Gadzhieva, E.A.Samedov, Kh.I.Abdullayeva, *Tr.Journal of Physics*, **19** (1995) 929.
14. Kh.V.Gezalov, A.M.Gasanov, A.A.Garibov, Kh.I.Abdullayeva, *Radiat. Phys. Chem.*, **32** (1988) 615.
15. М.М.Алиев, А.А.Гасанов, У.Г.Гезалов, М.Ч.Ахмедова, С.А.Гусейнова, *Поверхность*, **6** (2000) 62.

### BOR OKSIDİNİN DİNİNDİ SİTHİ RADIASIYA DEFEKTLİRİNİN TƏBİQTİ

X.İ.ABDULLAYEVA

γ-şəalanmış və şəalanmamış B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nümunələrindənin UB-diffuz əksölünmə spektrlərinin fraksiya tərkibindənin asılı olaraq tədqiqi göstərir ki, dinamiklərin tərkibindənin azalması bir lokal həldən digərinə keçməni stimullaşdırır. Bu da anion-kation, həmçinin kation-anion vakansiya tərafətində halların dərəcəsi ilə izah olunur.

### ABOUT NATURE OF SURFACE RADIATION DEFECTS IN B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Kh.I.ABDULLAYEVA

The study size dependence of the UV-diffuse reflectance spectra of the γ-irradiated and unirradiated samples of B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> has been shown that a decrease of granules size stimulated the transition from one localized state to another state as a result of charge state changes as cation-anion, as anion-cation vacancies.

Редактор: М.Алиев