

## РАДИАЦИОННО-СТИМУЛИРОВАННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ПОВЕРХНОСТИ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА

КазНПУ имени Абая, КазЭУ имени Т.Рыскулова, г. Алматы, Республика Казахстан

Особое протекание радиационно-стимулированных процессов в окисных, диэлектриках, полупроводниках и материалах конденсированного состояния обуславливается характерной для них высокой чувствительностью к введению дефектов. Уже малые дозы облучения приводят к значительным изменениям сорбционных, диффузионных, каталитических, электрических, оптических характеристик выше указанных веществ. Характер такого влияния и различных, возникающих при облучении структурных нарушений в решетке окисных, диэлектрических, полупроводниковых и материалов конденсированного состояния, будет определяться как структурой решетки, так и природой и энергией бомбардирующих частиц. В основном получают два типа конечных дефектов: точечные дефекты типа «вакансия – междоузельный атом» и их комплексы с атомами исходных примесей, а также большие скопления дефектов в виде разупорядоченных областей. Любое нарушение периодичности потенциала кристаллической решетки, вызванное дефектами или примесями, приводят к изменению основных электрических параметров полупроводникового материала: электропроводности, концентрации и подвижности носителей тока. Влияние на электропроводность обусловлено, как правило, с неравновесными носителями заряда. Радиационные изменения свойств в полупроводниках исчезают сразу с прекращением облучения.

Исследование природы дефектообразования имеет большое практическое значение в проблеме радиационной стойкости. Количественные характеристики радиационной стойкости зависят в соответствии с видом облучения, параметров воздействующей радиации и условий облучения. Учитывая, что большинство полупроводниковых приборов, разработанное на основе пленок, где протекание физических процессов на поверхности является определяющим в работе прибора, проблема исследования радиационно-стимулированных сорбционных процессов на поверхности таких пленок имеет важное значение в общей проблеме радиационной стойкости материалов конденсированного состояния вещества. Кроме кинетики адсорбции двуокиси кремния, мы провели углубленное исследование модифицирующего влияния радиации на свойства цеолитов, частности, состояло в выяснении характера изменения адсорбционных свойств цеолитов NaA, NaX и CaX под влиянием гамма - нейтронного и протонного облучения.

Решение задач радиационной физики поверхности на современном уровне предполагает детальное исследование природы радиационных дефектов, ответственных за наблюдаемые изменения свойств твердого тела, изучение их термической и радиационной стойкости.

Радиационно-индуцированные поверхностные дефекты, отвечающие за изменение адсорбционных свойств, изучались по их проявления в ИК - и ЭПР - спектроскопических областях поглощения, а также по кинетическим данным, рентгеноструктурный анализ позволил проследить изменения в структуре цеолитов при облучении.

Индукцированная облучением адсорбционная активность цеолитов зависит от режима предварительной обработки, от дозы и энергии облучения, от вида адсорбата и от температуры проведения опыта. Правильный подбор режима термовакуумной обработки и условия облучения позволяют селективно изменять адсорбционные свойства цеолитов.

Гидроксильные группы поверхности цеолитов проявляют себя как адсорбционные центры, обладающие различной активностью, в зависимости от места их фиксации в

остове. Исходная адсорбционная способность изученных цеолитов велика и составляет  $10^{17}$ - $10^{18}$  моль/г в зависимости от удельной поверхности, типа цеолита, вида адсорбата и начального давления.

Гамма и протонное облучения термовакуумированных цеолитов приводит к дальнейшему дегидроксилированию и декарбонизации поверхности с образованием адсорбирующихся молекул воды и углекислого газа. Вследствие обратимого радиолиза гидроксильного покрова и адсорбированной воды в спектрах ИК – поглощения наблюдается изменение положения и интенсивности полос (перераспределение) гидроксильных групп с одновременным усилением интенсивности колебаний остова цеолитов.

Изменение химического и энергетического рельефов полостей цеолитов сопровождается сложными результирующими изменениями их адсорбированных свойств.

В области малых доз предварительного гамма-облучения отмечено снижение адсорбированного количества кислорода и возрастание адсорбции паров водорода, этанола и пиридина, с ростом дозы это изменение становилось слабее. Интересным представляется сравнение адсорбционных свойств цеолитов при переходе к совместному облучению адсорбционных систем.

Исследование адсорбции в поле излучения открывает возможность для выяснения механизма образования радиационных дефектов и их участия в элементарных адсорбционных и каталитических актах, выяснения роли поверхностных и объемных дефектов, установления природы активных центров.

Величина радиационной адсорбции в этом случае значительно ниже темновой и сам процесс характерен только для области малых доз. Дальнейшее увеличение дозы приводит к десорбции ранее адсорбированных молекул различной природы (водорода, кислорода, пиридин). При облучении системы цеолит – этанол наблюдается аналогичный характер кинетической кривой, но в этом случае процесс десорбции скорее объясняется совместным действием радиационного и каталитического фактора, т.е. радиационно-каталитическим разложением этанола. Ключом к объяснению такой картины радиолизе адсорбционных систем могут служить свойства молекулы пиридина, обладающей основным характером. Скачок адсорбции в области малых доз, вероятно, связан с возникновением короткоживущих центров акцепторного характера. Этими центрами могут быть либо атомы алюминия, изменившие координацию вследствие разрушения связанных с ними гидроксильных групп, либо дырки, захваченные вблизи атомов Al поверхности. Кроме того, адсорбция может идти путем образования водородных связей с гидроксильными группами. Облучение протонами адсорбированных систем чаще всего приводит к десорбции предварительно адсорбционных газов (кислород, двуокись углерода). При предварительном облучении, количество адсорбированного газа больше чем при совместном, но меньше темновой адсорбции. Однако в отношении водорода наблюдается противоположный эффект и облученные протонами цеолиты обнаруживают значительно большую адсорбционную способность по отношению к водороду, достигающую величин, характерных для кислорода. В облученном цеолите обнаружены парамагнитные центры, участвующие в адсорбционном взаимодействии с кислородом и водородом. При совместном облучении наблюдалось возникновение большего числа парамагнитных центров, чем при предварительном. Природа парамагнитных центров, дающих сигнал ЭПР – поглощения с  $g$  – фактором  $2,005 \pm 0,0009$ , связывается с кислородными вакансиями, расположенными вблизи  $-\text{Si}^+ - \text{O}^-$  (электронные ловушки), природа дырочных центров - с незаполненными  $2p$  – орбиталями кислорода.

## Литература

1. Ерматов С.Е., Радиационно-стимулированная адсорбция «наука». Алма-Ата 1973.

2. Ерматов С.Е., Очерки истории фото- и радиационной физикохимии твердых кристаллических неорганических веществ . Кемерово 2004.
3. Ерматов С.Е, Джаханова Б.Н. Диффузия в полупроводниках КазНПУ имени Абая. Алматы 2007.
4. Ерматов С.Е, Джаханова Б.Н. Радиационное повреждение твердых тел (учебное пособие) КазНПУ имени Абая. Алматы, 2007.