

- [14] Б о ч к а р е в А.Э., Г у л ь г а з о в В.И. и др. // Изв. АН СССР, Сер.: Неорг. матер. 1987. Т. 23. № 10. С. 1610-1613.
- [15] A s t l e s M., H i l l H. et al. // J. Electron. Mater. 1986. V. 24. P. 41-49.

Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе АН СССР,
Ленинград

Поступило в Редакцию
15 января 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 5

12 марта 1990 г.

11

© 1990

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ВОЛЬФРАМА НА ЭНЕРГОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ АТОМОВ ЛИТИЯ ПРИ ЭЛЕКТРОННО-СТИМУЛИРОВАННОЙ ДЕСОРБЦИИ

В.Н. А г е е в, Ю.А. К у з н е ц о в

Впервые при электронно-стимулированной десорбции обнаружена зависимость вида энергораспределений нейтральных частиц от степени окисления поверхности и показано, что нейтралы могут десорбироваться как в результате внутриатомных, так и в результате межатомных оже-процессов.

Электронно-стимулированная десорбция (ЭСД) широко используется для анализа адсорбированных слоев и электронных возбуждений на поверхности твердого тела [1]. Однако ее практическое использование сдерживается недостаточным пониманием механизма этого явления, что в значительной мере является следствием ограниченности экспериментальных данных об ЭСД нейтральных частиц. На впервые в контролируемых условиях удалось прямым методом зарегистрировать ЭСД нейтральных частиц [2], измерить их энергораспределения [3] и установить зависимость распределений от температуры подложки [4]. В настоящей работе впервые обнаружена зависимость энергораспределений атомов лития (Li) при ЭСД от степени окисления поверхности вольфрама (W) и энергии бомбардирующих поверхность электронов.

Экспериментальный прибор и методика измерений подробно описаны ранее [3]. Энергораспределения атомов Li при ЭСД измерялись времяпролетным методом с помощью детектора на основе поверхностной ионизации. В качестве мишени служила W -лента с преимущественным выходом на поверхность грани (100), которая экспонировалась в кислороде либо при температуре $T=1550$ К для создания монослойного покрытия кислорода, либо при $T=1100$ К для создания объемной пленки окисла [5]. Мишень могла охлаж-

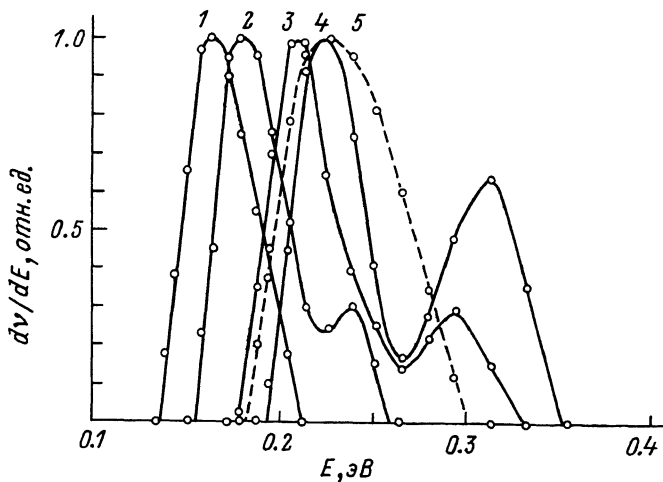


Рис. 1. Нормированные энергораспределения атомов лития при ЭСД с поверхности вольфрама, покрытого пленкой окисла, для различных величин θ ($E_e = 80$ эВ): 1 - 0.875, 2 - 0.625, 3 - 0.25, 4, 5 - 0.125.

даться до $T=77$ К [4]. Литий напылился из прямоканального испарителя, в котором окись лития восстанавливалась алюминием.

На рис. 1 приведены нормированные энергораспределения атомов Li при бомбардировке электронами с энергией $E_e = 80$ эВ поверхности вольфрама с пленкой окисла для различных величин степени покрытия поверхности литием θ . Покрытия лития напылялись и облучались электронами при температуре подложки $T=77$ К. При $\theta < 0.875$ энергораспределения представляют собой кривые с двумя максимумами, которые с ростом θ смещаются в область меньших энергий с уменьшением разности энергий между ними. При $\theta \geq 0.875$ энергораспределения превращаются в колокообразные кривые с одним максимумом. Высокоэнергетический максимум в энергораспределениях отсутствует при любых θ , если энергия облучающих электронов $E_e < 55$ эВ. Он также отсутствует при любых энергиях электронов и температурах подложки, если литий напыляется на поверхность W , покрытую монослоем кислорода. Этот максимум пропадает, если слой лития, напыленный при $T=77$ К, отогреть до $T=300$ К, а затем снова охладить до $T=77$ К. При этом низкоэнергетический пик в распределении слегка расширяется, его максимум несколько смещается в область больших энергий (пунктирная кривая на рис. 1). Следовательно, слой лития, образованный на окисле W при $T=77$ К, является неравновесным.

На рис. 2 представлены зависимости выхода атомов Li от энергии E_e бомбардирующих мишень электронов для различных величин θ . Температура подложки при напылении лития и десорбции составляла 77 К. Порог появления ЭСД атомов Li не зависит

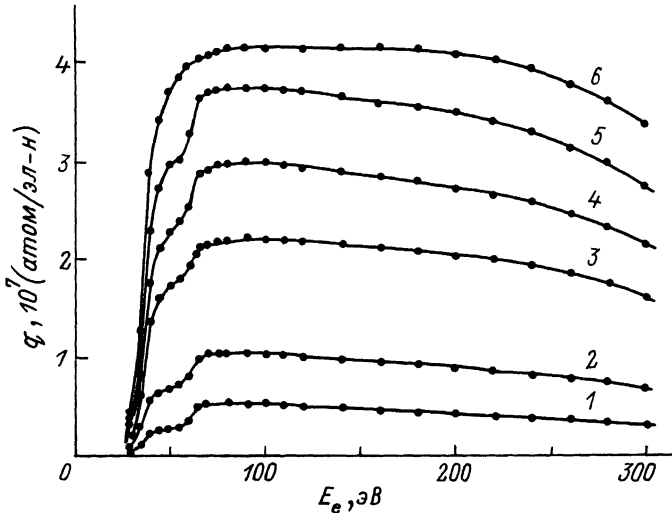


Рис. 2. Зависимости выхода атомов лития при ЭСД с поверхности вольфрама, покрытого пленкой окисла, от энергии электронов для различных величин θ : 1 - 0.125, 2 - 0.25, 3 - 0.5, 4 - 0.625, 5 - 0.75, 6 - 0.875.

от θ и равен ~ 25 эВ, т. е. близок к энергии ионизации уровня $O(2s)$. При энергии электронов $E_e \sim 55$ эВ, близкой к энергии ионизации уровня $Li(1s)$, и степенях покрытия $\theta < 0.875$ на зависимостях наблюдается отчетливый перегиб. При $E_e \sim 100$ эВ графики проходят через достаточно плоский максимум, который более отчетливо выражен при $\theta < 0.875$.

Полученные данные свидетельствуют, что литий на поверхности окисла W при $T=77$ К адсорбируется в двух различных состояниях, которые, по-видимому, связаны с физической и химической адсорбцией. Так как высокоэнергетический пик в энергораспределении исчезает после прогрева адпленки при $T=300$ К, то разумно его связать с атомами Li в физадсорбированном состоянии. Следовательно, ЭСД атомов Li из хемосорбированного состояния происходит в результате ионизации уровня $2s$ кислорода, а из физадсорбированного состояния - в результате ионизации уровня $1s$ лития. Тогда, если в хемосорбированном состоянии литий находится в виде положительных ионов, десорбция атомов Li из этого состояния происходит так же, как из адслоя лития, хемосорбированного на монокатомной пленке кислорода на W , через оже-нейтрализацию иона Li^+ при внутриатомном оже-распаде вакансии на уровне $O(2s)$ и восстановление отрицательного заряда на ионе кислорода [3, 6]. Ионизация уровня $1s$ хемосорбированного иона Li^+ не приводит к заметной ЭСП атомов Li , т. к. ионы Li^{++} движутся к поверхности за счет сил зеркального изображения, и образованные

в результате оже-нейтрализации при межатомном оже-распаде вакансии на уровне $Li(1s)$ атомы Li легко реионизируются, возвращаясь в хемосорбированное состояние.

С другой стороны, внутриатомный оже-распад вакансии на уровне $O(2s)$ не может обеспечить десорбцию атомов Li из физадсорбированного состояния из-за отсутствия необходимой отталкивательной силы, хотя не исключает возможности перевода физадсорбированных атомов в хемосорбированное состояние через ионизацию. Наоборот, ионизация уровня $1s$ физадсорбированных атомов Li может приводить к десорбции атомов Li в результате следующей последовательности процессов. Метастабильные ионы Li^{+*} с вакансией на уровне $1s$ за счет сил зеркального изображения движутся в направлении поверхности. Межатомный оже-распад приводит к нейтрализации иона Li^{+*} и отрицательного иона кислорода. В отличие от случая хемосорбированного лития нейтрализация в этом случае происходит на значительно большем расстоянии от иона кислорода, хотя и меньшем равновесного расстояния для хемосорбированного лития. Это, с одной стороны, уменьшает вероятность реионизации атомов Li ,двигающихся к поверхности, с другой стороны, увеличивает кинетическую энергию десорбирующихся атомов Li по сравнению с их энергией при десорбции из хемосорбированного состояния. Это согласуется с увеличением сечения десорбции атомов Li из хемосорбированного состояния и уменьшением их кинетической энергии с ростом степени покрытия поверхности окисла W литием из-за увеличения равновесного расстояния хемосорбированного лития от поверхности. Ранее возможность реверсивного движения частиц при ЭСД нейтралей из физадсорбированного слоя была обнаружена в [7].

Отсутствие в энергораспределениях атомов Li с большими энергиями при ЭСД с поверхности W покрытого монокристаллической пленкой кислорода является следствием более высокой химической активности такой поверхности по сравнению с поверхностью окисла и соответственно малой концентрацией физадсорбированного лития при $T=77$ К.

Наконец, более пологий максимум выхода атомов Li от энергии первичных электронов в случае прямой десорбции из хемосорбированного слоя по сравнению с реверсивной десорбцией из физадсорбированного состояния можно объяснить меньшим вкладом вторичных электронов во втором случае из-за большей величины порога десорбции и большей удаленности физадсорбированного слоя от подложки.

Таким образом, впервые показано, что нейтралы могут десорбироваться при электронном возбуждении в результате межатомных и внутриатомных оже-процессов в зависимости от характера адсорбционной связи.

- [1] А г е е в В.Н., Б у р м и с т р о в а О.П., К у з н е ц о в Ю.А. // УФН. 1989. Т. 158. В. 3. С. 389-420.
- [2] А г е е в В.Н., К у з н е ц о в Ю.А., Я к ш и н с к и й Б.В.// ФТТ. 1982. Т. 24. В. 2. С. 349-355.
- [3] А г е е в В.Н., Б у р м и с т р о в а О.П., К у з н е ц о в Ю.А. // ФТТ. 1987. Т. 29. В. 6. С. 1740-1746.
- [4] А г е е в В.Н., Б у р м и с т р о в а О.П., К у з н е ц о в Ю.А. // ФТТ. 1989. Т. 31. В. 9. С. 91-96.
- [5] А г е е в В.Н., И о н о в Н.И. // ФТТ. 1969. Т. 11. В. 11. С. 3200-3209.
- [6] A g e e v V.N., B u r m i s t r o v a O.P., Y a k s h i n s k i i B.V. // Surf. Sci. 1988. V. 194. N 1-2. P. 101-114.
- [7] Z h a n g Q.-J., G o m e r R., B o w m a n D.R.// Surf. Sci. 1983. V. 129. N 2-3. P. 535-562.

Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе АН СССР,
Ленинград

Поступило в Редакцию
15 января 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 5

12 марта 1990 г.

06.2; 06.3; 07

© 1990

ФОТОРЕГИСТРИРУЮЩИЕ МНОГОСЛОЙНЫЕ СИСТЕМЫ,
СОДЕРЖАЩИЕ СЛОЙ ХАЛЬКОГЕНИДНОГО
СТЕКЛООБРАЗНОГО ПОЛУПРОВОДНИКА

Е.А. Л у п а ш к о, В.В. М у с с и л,
А.П. О в ч а р е н к о

Известно [1], что тонкие пленки халькогенидных стеклообразных полупроводников (ХСП) используются в качестве сред для амплитудно-фазовой записи оптической информации. Существенное повышение фотографической чувствительности и контраста записи при одновременном обеспечении неразрушающего считывания достигнуто за счет помещения пленок ХСП в резонатор Фабри-Перо [2, 3]. В этом случае фотоиндуцированные изменения показателя преломления и коэффициента поглощения приводят к изменению спектральных зависимостей коэффициентов отражения и пропускания, особенно существенному в области полос пропускания интерферометра. При этом сохраняются присущие слоям ХСП высокая разрешающая способность, реверсивность записи и т. д.