

538.971(049)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРОВ

Surface Studies with Lasers/Ed. F. R. Ausseneg, A. Leitner, M. E. Lippitsch.— Berlin; Heidelberg; New York; Tokyo: Springer-Verlag, 1983.— 241 p.— (Springer Series in Chemical Physics. V. 33).

Рецензируемое издание содержит труды Международной конференции по исследованию поверхности с помощью лазеров, состоявшейся в Австрии 9—11 марта 1983 г. Этот сборник докладов является 33-м томом серии по химической физике издательства «Шпрингер» и, по-видимому, первым изданием, целиком посвященным применению лазерных методов в исследовании поверхности. Книга содержит 40 статей, сгруппированных в четыре раздела.

Первый раздел, состоящий из трех работ, посвящен общим вопросам спектроскопии поверхности и открывается обзорной статьей В. Bölger (Филиппсовские лаборатории, Нидерланды), дающей сравнительный анализ основных спектральных методов исследования поверхности. Здесь рассмотрены некоторые аспекты спектроскопии комбинационного рассеяния света (КР) и инфракрасного поглощения, спектроскопии неупругого тунелирования электронов и спектроскопии характеристических потерь энергии электронов (СХПЭЭ). В статье В. I. Lundquist (Институт теоретической физики, Гётеборг, Швеция) рассмотрены вопросы, касающиеся природы сил взаимодействия молекул с поверхностью при адсорбции. Влияние сил взаимодействия на параметры молекулярных колебаний адсорбата (сдвиги частот и спектральное уширение полос, появление коллективных — фононных — мод в адсорбированных слоях и т. д.) делает лазерную спектроскопию с ее высоким спектральным разрешением важным инструментом исследования поверхности. В этом же разделе большое внимание уделено исследованию методом СХПЭЭ комплексов с переносом заряда (ПЗ) молекул, адсорбированных на гладкой и шероховатой поверхности серебра. Интерес к комплексам ПЗ связан с интенсивно обсуждаемой в последнее время ролью этих поверхностных соединений в механизме гигантского комбинационного рассеяния света (ГКР) на поверхности.

В работе Ph. Avouris, J. E. Demuth (Исследовательский центр IBM, США) отмечается, что вклад комплексов ПЗ в ГКР не превышает двух порядков даже в случае так называемых «замороженных» пленок серебра и имеет величину ~ 30 для гладких поверхностей монокристаллов.

Второй раздел сборника, содержащий 14 статей, целиком посвящен вопросам «усиления» оптических процессов (возрастания оптических восприимчивостей) на шероховатой поверхности металлов. В большинстве работ этого раздела обсуждаются различные аспек-

ты явления ГКР. И хотя в начало раздела вынесена статья A. Campion, D. R. Mullins (Техасский университет, США) «Нормальное (неусиленное) КР от пиридина, адсорбированного на кристаллических плоскостях серебра с малыми значениями индексов Миллера», она содержит результаты, имеющие важное значение для понимания природы ГКР. Проведены измерения КР от мономолекулярного слоя пиридина, физосорбированного на гладком серебре. Зарегистрированный поток стоковых фотонов 0,5—1 фотон/с говорит о том, что в данном случае ГКР на гладкой поверхности не наблюдается.

Среди работ, посвященных исследованию вклада в ГКР комплексов с переносом заряда, нужно отметить статью M. E. Lippitsch, F. R. Aussenegg (Институт экспериментальной физики, Грац, Австрия), в которой учтен процесс переноса заряда в основном (невозбужденном) состоянии комплекса. По мнению авторов следует ожидать существенного вклада (до $3 \cdot 10^5$) комплексов ПЗ в коэффициент увеличения сечения КР на шероховатой поверхности.

Статья T. F. Heinz и др. (Калифорнийский университет, США) содержит обзор экспериментальных исследований по усилению нелинейно-оптических взаимодействий (таких, как генерация гармоник и суммарных частот) при отражении света от шероховатой поверхности.

В работе K. Ohtaka и др. (Токийский университет, Япония) рассмотрена возможность наблюдения ГКР от молекул, адсорбированных на поверхности диэлектрических сфероидов. Ожидаемое для сфероидов с большой диэлектрической проницаемостью ($\epsilon \sim 50$) увеличение сечения КР в 10^2 — 10^3 раз, по-видимому, может расширить круг материалов, исследуемых методом спектроскопии ГКР.

В третьем разделе книги, содержащем 9 статей, собраны работы по спектроскопическим лазерным методам исследования поверхности. В статье F. Träger и др. (Исследовательская лаборатория ИВМ, США) фотоакустическая спектроскопия применена для исследования колебательных спектров субмонослоев молекул аммиака и SF_6 , адсорбированных на поверхности серебра.

Лазерно-индуцированная флуоресценция долгоживущих радикалов, десорбированных с поверхности каталитически активных металлов, позволяет исследовать промежуточные стадии гетерогенного катализа. В статье G. S. Selwyn, M. C. Lin (Военно-морская лаборатория, Вашингтон, США) этим методом зарегистрированы радикалы NH и OH в реакции каталитического окисления аммиака на платине при высокой температуре, что позволило сделать вывод об атомно-радикальном, а не молекулярном механизме этого процесса. Лазерно-индуцированная флуоресценция применялась для исследования населенности вращательных уровней и вращательной температуры молекулярного пучка окиси азота, при его отражении от платины и графита при различных температурах поверхности.

Малая концентрация F-центров в поверхностном слое кристалла KCl исследована методом возбуждения боковых световых волн в работе O. S. Neavens (университет Прованса, Франция).

В статье F. Schäffler и др. (Мюнхенский университет, ФРГ) дан обзор применения комбинационного рассеяния, индуцированного постоянным полем, для исследования поверхности полупроводников. Возможности метода продемонстрированы на изучении явления пиннинга («закрепления») уровня Ферми в кристалле арсенида галлия.

Еще один процесс неупругого взаимодействия света с поверхностью твердого тела — рассеяние Манделштама — Бриллюэна (РМБ) на поверхностных магнонах — применен в работе W. Wettling и др. (Фраунгоферовский институт, ФРГ) для исследования магнитных свойств эпитаксиальных пленок железа вплоть до толщины 30 Å. Наблюдалась четкая корреляция между ширинами и интенсивностями линий РМБ и ферромагнитного резонанса.

Все большее применение находят лазеры в фотоэлектрохимических исследованиях. Широкий диапазон длительностей лазерных импульсов позволяет изучать кинетику элементарных реакций. В статье W. Jaegermann и др. (Институт ядерных исследований, Зап. Берлин) с помощью рубинового лазера исследовалась кинетика фоторазложения воды на n-PtS₂ и n-RuS₂. Возможность фокусировки лазерного излучения в пятно с поперечным размером в несколько микронов позволяет определять фотоэлектрохимические свойства слоистых полупроводников с высоким пространственным разрешением. С помощью такой методики исследовано влияние морфологии поверхности на фотоотклик арсенида кремния — материала, перспективного для солнечной энергетики.

Последний раздел посвящен лазерно-индуцированным процессам на поверхности твердого тела и открывается статьей В. С. Летохова и др. (ИСАН СССР), в которой рассмотрен процесс образования ионов при УФ лазерном облучении поверхности. Экспериментальные данные указывают на сложный механизм образования молекулярных ионов: импульсный нагрев поверхности при резонансном поглощении УФ излучения, сопровождающийся термодесорбцией нейтральных молекул, и их многофотонная резонансная ионизация в газовой фазе.

В работе D. Bäuerle (Кеплеровский университет, Линц, Австрия) при фотолизе адсорбированного $Al_2(CH_3)_6$ фокусированным световым пучком с длиной волны 267 нм получено микронное пространственное разрешение при осаждении алюминия на твердой подложке. Аналогичным образом, с использованием лазеров видимого диапазона наносится никель из соединения $Ni(CO)_4$, кремний из SiH_4 и т. д. Лазерная технология позволяет

добиться микронного разрешения при имплантации примесей в полупроводниковые материалы и нанесении поверхностной оксидной пленки. Свойства пленки SiO_2 , образующейся на поверхности кремния при облучении непрерывным CO_2 -лазером, исследованные в статье I. W. Boyd (Техасский университет, США), показывают, что новая технология успешно может применяться при изготовлении МОП-структур.

В работе J. F. Figueira, S. J. Thomas (Калифорнийский университет, США) исследованы пространственно-периодические структуры на поверхности меди, полученные многократным воздействием (до 80 вспышек CO_2 -лазера) при уровнях мощности, недостаточных для разрушения гладкой поверхности за один импульс. В статье F. Keilmann (Институт Макса Планка, ФРГ) рассмотрен процесс возбуждения периодической структуры на поверхности жидкого металла под воздействием излучения CO_2 -лазера.

В целом рецензируемая книга содержит новые результаты по применению лазеров в исследовании поверхности, воздействию на поверхность и, несомненно, будет интересна широкому кругу специалистов, занимающихся разработкой методов физико-химического исследования поверхности, оптикам и специалистам по квантовой электронике.

О. А. Акулиничев

ИСПРАВЛЕНИЕ ОПЕЧАТОК

1. В моей статье «Силы торможения излучением и излучение заряженных частиц» (УФН, июнь 1985 г., т. 146, вып. 2, с. 317) прошу учесть опечатки:

Страница	Строка текста	Напечатано	Должно быть
319	13 сн	$x_i D_{jk}^{\text{ext}}$	$x_i F_{jk}^{\text{ext}}$
323	4 сн	$-\tau_0 w_j(\tau') w_j(\tau') u_i(\tau')$	$-c \tau_0 w_j(\tau') w_j(\tau') u_i(\tau')$
324	2 сн	$\Phi_i = u_i w_j w_j$	$\Phi_i = c u_i w_j w_j$
325	2 св	$-\Phi_i^{(n)}(\tau)$	$-\Phi_i^{(n-1)}(\tau)$
328	11 св	фигуировки	фокусировки
339	13 св (ссылка 109)	Ibidem,	Ibidem, 1974,

Н. П. Клепиков

2. В статье Я. Б. Зельдовича и Д. Д. Соколова «Фрактали, подобие, промежуточная асимптотика» (УФН, июль 1985 г., т. 146, вып. 3) на с. 504 формула в 10-й сверху строке текста должна иметь вид

$$\langle \varphi(x) \varphi(x+r) \rangle = 1 - Ar^\alpha.$$