

лов наиб. число ионов вылетает в направлениях более плотной упаковки атомов.

Существуют 2 теории И.-и. э. Одна рассматривает каскады атомных столкновений (кинематич. механизм), приводящих к образованию иона или нейтральной возбужденной частицы, к-рая превращается в ион за счет оже-процесса (см. *Оже-эффект*). Др. предполагает образование иона в результате электронного обмена между эмитированной вторичной частицей и поверх-

$\sim 10^{-3} - 10^{-7}$ фотонов/ион для чистых металлов и может быть значительно выше для окислов металлов или диэлектриков. Ср. энергия распыленных возбужденных частиц составляет неск. десятков эВ, т. е. выше, чем у общего потока распыленных частиц (см. *Распыление*). Её величина не зависит от энергии падающих ионов. Возбуждение отлетающих частиц обусловлено соударениями в объёме тела или взаимодействием их валентных электронов с поверхностью.

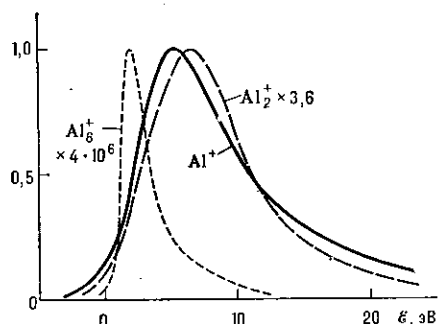


Рис. 4. Энергетические спектры атомарных и кластерных ионов Al при бомбардировке его ионами Ag^+ с энергией 10 кэВ.

ностью твердого тела (обменный механизм). Электронно-обменная теория приводит к след. выражению для вероятности ионизации R ($S^+ = R + S$):

$$R^+ = 2\pi \exp[-\pi(I - \Phi)/2\gamma v \cos \theta].$$

Здесь I — энергия ионизации распыляемой частицы, Φ — работа выхода материала мишени, v — скорость первичной частицы, θ — угол между направлением v и нормалью к поверхности, γ — величина, характеризующая протяженность взаимодействия атома с поверхностью (обычно $\gamma \sim 1 \text{ \AA}$), коэф. $c > 1$ характеризует уменьшение разности $(I - \Phi)$ за счет сил электростатического взаимодействия. Для отрицат. ионов R^- описывается аналогичным выражением с заменой $(I - \Phi)$ на $(\Phi - A)$, где A — энергия сродства к электрону.

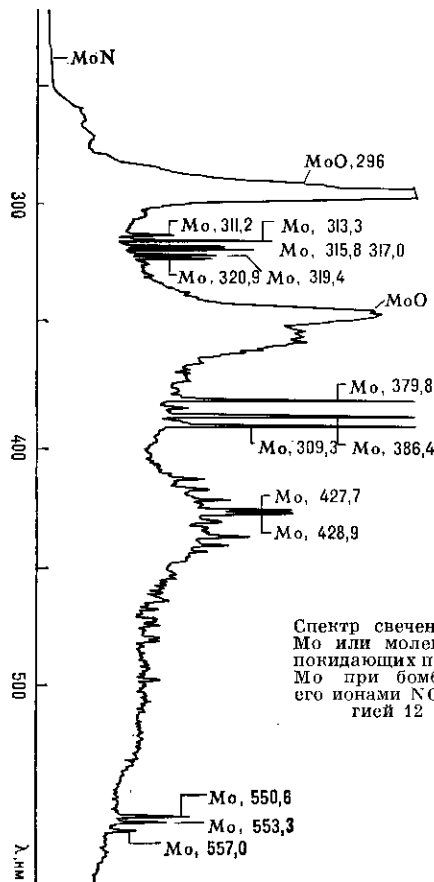
И.-и. э. в сочетании с анализом частиц по массе используется для исследования состава и структуры поверхности твердого тела и распределения элементов по глубине (вторично-ионная масс-спектрометрия).

Лит.: Добрецов Л. Н., Гомоюнова М. В., Эмиссионная электроника, М., 1966; Черешин В. Т., Васильев М. А., Вторичная ионно-ионная эмиссия металлов и сплавов, К., 1975; Векслер В. И., Вторичная ионная эмиссия металлов, М., 1978; Электронная и ионная спектроскопия твердых тел, пер. с англ., М., 1981. В. Е. Юрасова.

ИОННО-ФОТОННАЯ ЭМИССИЯ — испускание фотонов при ионной бомбардировке твердого тела (мишени). Происходит в результате снятия электронного возбуждения в атомах и молекулах, возникшего при торможении ионов или их нейтрализации. Излучать могут как частицы в объёме твердого тела (ионoluminescencia), так и покидающие поверхность возбужденные атомы, молекулы и ионы мишени (И.-ф. э.). В последнем случае испускание происходит на разл. расстояниях от поверхности, определяемых скоростью частиц и временем жизни в определ. возбужденном состоянии. Над поверхностью образуется свечящийся ореол, что позволяет легко отделить это свечение от ионoluminescencia.

В спектрах И.-ф. э. наблюдаются линии атомов, ионов и молекулярные полосы (рис.), а в отд. случаях и квазинепрерывное излучение (природа к-рого пока не ясна). Наиб. интенсивными в спектрах являются, как правило, линии распыленных атомов.

Количественно И.-ф. э. характеризуется коэф. эмиссии или выходом η фотонов (усреднённое число фотонов на 1 падающий ион для выбранного спектрального перехода). Для наиб. интенсивных переходов $\eta \sim$



Спектр свечения атомов Mo или молекул MoO, покидающих поверхность Mo при бомбардировке его ионами NO^+ с энергией 12 кэВ.

Явление И.-ф. э. лежит в основе метода ионно-фотонной спектроскопии для диагностики поверхности. Анализ спектров излучения позволяет определить не только элементный состав поверхности, но и её электронную структуру и характер взаимодействия поверхностных атомов, а также даёт уникальные сведения о динамике электронных переходов в приповерхностной области материала в условиях облучения его ионным пучком (в процессе радиац. повреждения).

Лит.: Петров Н. Н., Аброин И. А., Диагностика поверхности с помощью ионных пучков, Л., 1977; Пон С. С., Закономерности и механизмы ионно-фотонной эмиссии металлов, в сб.: Проблемы физической электроники, Л., 1989; Thomas G. E., Bombardment-induced light emission, «Surface Sci.», 1979, v. 90, № 2, p. 381. Н. Н. Петров.

ИОННО-ЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ — испускание электронов твердым телом при бомбардировке его ионами. Различают потенц. вырывание электронов (потенц. И.-э. э.) и их кинетич. вырывание (кинетич. И.-э. э.). Потенц. вырывание связано с передачей электронам мишени энергии, выделяющейся при переходе бомбардирующего иона в осн. состоянии атома. Этот переход осуществляется обычно путём т. н. оже-нейтрализации. Если к поверхности металла приближается ион, незанятый энергией, уровень к-рого лежит ниже уровня Ферми, то этот уровень перейдёт один из электронов проводимости (напр., 1; рис.