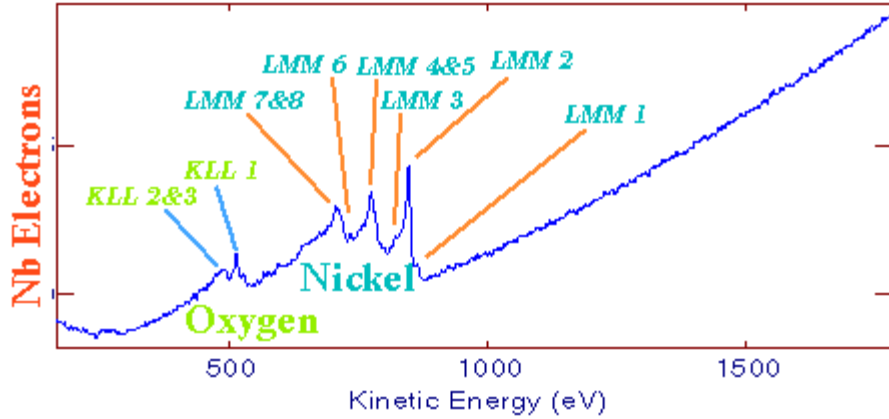


www.mientay.vn.com

III.Thông tin từ phổ Auger:

(*siliconcert.com*).Quang phổ điện tử Auger (AES) là một kỹ thuật phân tích bề mặt được sử dụng để xác định các nguyên tố hiện diện trong vòng 50 angstroms trên bề mặt của vật liệu dẫn và bán dẫn. AES được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp điện tử và kim loại, nhưng cũng là một công cụ hữu ích cho nhiều ngành công nghiệp khác đòi hỏi phải phân tích bề mặt, đặc tính của vật chất, và phân tích lỗi . Nó cũng hữu dụng để xác định tạp chất khi tạp chất hoặc quá trình oxy hóa ảnh hưởng đến nhiều đặc điểm điện và hóa học của một mẫu, khả năng liên kết , khả năng chống ăn mòn môi trường.AES cung cấp quang phổ thành phần nguyên tố các nguyên tố lớn hơn Helium và nồng độ phần trăm nguyên tử 0,1-1,0. Kỹ thuật AES gồm bắn vào mẫu một chùm e sơ cấp đầy năng lượng. Điều này tạo ra một lớp các điện tử được gọi là electron auger. Quang phổ auger cho thấy các đỉnh cho các mức năng lượng điện tử auger tương ứng với các nguyên tử mà từ đó các electron auger đã được phát hành. Vì mỗi phần tử phát ra electron auger với một bộ riêng biệt của năng lượng, danh tính của các nguyên tử và do đó các thành phần của vật liệu có thể được xác định. AES có thể cung cấp những hình ảnh điện tử, phần tử dòng quét, yếu tố phân phối bản đồ, và hồ sơ chiều sâu, ngoài quang phổ các nguyên tố của bề mặt mẫu. Các cấu hình có chiều sâu thu được bằng ion agon bắn mực lên khắc axit trong khi theo dõi cường độ tín hiệu của các yếu tố lựa chọn. Một đồ thị đ ược tạo hiển thị cường độ tín hiệu nguyên tố hoặc nồng độ sâu. Kỹ thuật này có thể được dùng để xác định thay đổi thành phần trong các mẫu phân tầng và chiều dày khoảng phim mỏng.(*siliconcert.com*)

Quang phổ học Auger cho phép xác định thành phần hóa học của bề mặt. Phân tích này có thể đạt tới độ sâu 1 nm. Bề mặt nhỏ nhất có thể được là một vài nm rộng cho các dụng cụ tốt nhất.

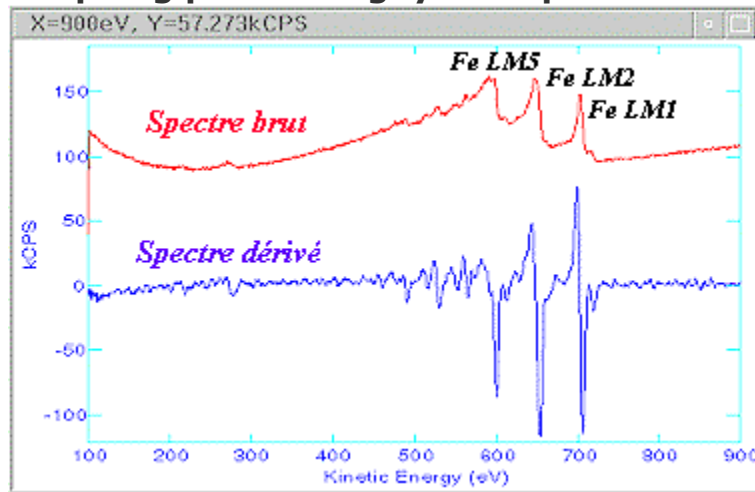


Quang phổ Auger tiêu biểu niken oxit.

(Lasurface.com). Khi vật liệu chịu một chùm điện tử bắn vào, điện tử được phát ra được thu thập bởi một ống kính sau đó hướng về hướng máy phân tích.

Súng thì thường đặt tại một hiệu điện thế tăng tốc khoảng 10 kvolts, và dòng thu được khoảng 1 microampere. Dưới đây là một ví dụ của quang phổ AES.

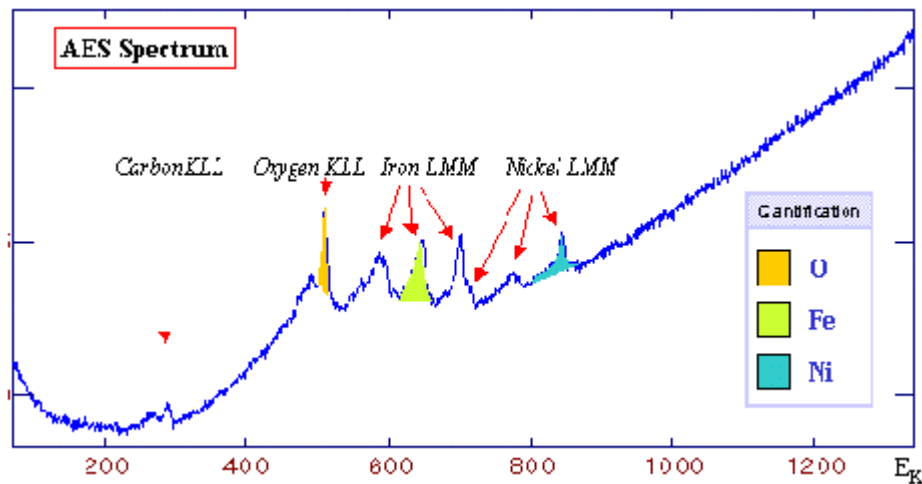
quang phổ AES nguyên và phái sinh



Để có được một quang phổ, đó là đôi khi cần thiết để làm sạch (etch) trên bề mặt của mẫu vật. Thật vậy, phổ kiểu này quan tâm lớp đầu tiên nguyên tử ở bề mặt của mẫu vật; do đó bất kỳ tạp chất, ví dụ: do tiếp xúc với không khí, là đủ để can thiệp vào tín hiệu. Sự ổn định của việc thu thập dòng điện là hoàn toàn cần thiết. Sau khi bắt đầu súng điện tử và trước khi nhận được phổ đầu tiên hơn một giờ, vì có thể một vài bước phải được lặp lại cho đến khi một sự ổn định hoàn hảo là đạt được.

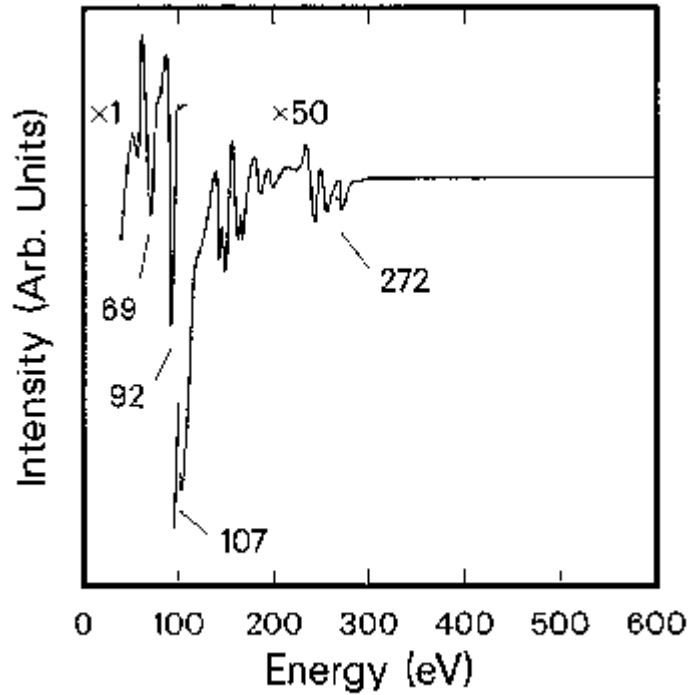
Khi những điều kiện này được thành lập, các mẫu vật thu thập từ dòng là một vài microamperes. Mục đích là để có một khuếch đại điện tử để tạo ra một hình ảnh thứ cấp. Những điểm phân tích sau đó dễ dàng tìm thấy. Đối với mẫu vật cách điện, nó thường không thể có được một hình ảnh hoặc thậm chí một phân tích. XPS sau đó có thể là một giải pháp thay thế.

Sau khi định tính, bước thứ hai của một phân tích AES là định lượng. Định lượng này được thực hiện bằng cách sử dụng các khu vực đỉnh quang phổ. Bạn có thể chọn sử dụng một trong hai khu vực đỉnh cao tính toán ban đầu, hay cường độ của phái sinh đầu tiên của nó. Bây giờ, chúng ta xét các ví dụ đầu tiên. Xem xét các đỉnh được xác định, chúng tôi chọn trong số những dòng cường độ cao nhất cũng được tách ra. Quang phổ dưới đây có bốn nguyên tố: carbon, oxy, sắt và niken. Mỗi một trong những nguyên tố này cho thấy quá trình chuyển đổi nhiều. Những vùng màu đại diện cho sự lựa chọn của chúng tôi. Đối với định lượng này, chúng tôi bỏ qua cacbon.



Chúng tôi có thể không trực tiếp sử dụng các khu vực cho các phép tính, nó thực sự là cần thiết để xem xét điện tử khác nhau / hiện tượng tương tác vật chất. Nó là cần thiết để bao gồm các hiệu ứng ma trận và các phần tương tác chéo trong những tính toán này. Thường thì những chỉnh sửa được tích hợp trong một nguyên tố duy nhất có sẵn trong chương trình phân hủy. Nguyên tố nhạy cảm được đưa ra trong trang Periodic Table ' là trực tiếp có thể sử dụng để thực hiện các chỉnh sửa trên quang phổ mà bạn có được từ các electron quang phổ kế nhiệt. Đối với quang phổ kế khác, hoặc sử dụng chương trình phân hủy mà phải tích hợp các nguyên tố nhạy cảm hoặc liên hệ với nhà bán lẻ của bạn. Trong thực tế, abovesown rộng quét là không đủ, đó là cần thiết để tiếp tục thu được trong mỗi khu vực, bằng cách sử dụng độ phân giải tốt hơn. Để kết luận, đủ để phân chia khu vực do nguyên tố nhạy của mình để có được một khu vực có thể sử dụng để tính toán sửa chữa hoặc một thành phần hóa học 100%, hoặc tỷ lệ nguyên tử.

Một điển hình phổ Auger, xem hình :



Quang phổ chứa nhiều đỉnh, mà chúng ta so sánh với quang phổ chuẩn. Quang phổ thực nghiệm được hiển thị trong hình, cho Au trên Si (111), có đỉnh silic tại 92 và 107 eV. Một tạp chất cacbon cao điểm là có mặt tại 272 eV, và các đỉnh còn lại là từ vàng.

Trong xác định mức độ ô nhiễm, chúng tôi trích tỉ lệ đỉnh của các tạp chất với đỉnh cao nền. Ví dụ, R_C bằng với $I_C(272\text{eV}) / I_{Si}(92\text{eV})$. Ngoài ra, mỗi phần tử có độ nhạy một giá trị tương ứng, xem Bảng.

Table : The Auger peaks of the elements studied.

Element	Auger Peak	Transition	Sensitivity	Ratio
Si	42 eV	-	0.023	-
Si	92	LMM	0.45	-
Si	107	-	0.006	-
B	179	KLL	0.13	$R_B = \frac{B_{179}}{Si_{92}}$

Mg	45	LMM	0.39	R_Mg = Mg_45/Si_92
Au	69	-	0.42	R_Au = Au_69/Si_92
Au	150	-	0.03	-
Au	239	-	0.03	-
Ce	82	-	0.17	R_Ce = Ce_82/Si_92
Ce	98	-	0.04	-
Ce	116	-	0.04	-
Ce	661	MNN	0.04	-
S	152	LMM	0.85	-
Cl	181	LMM	1.05	-
C	272	KLL	0.17	R_C = C_272/Si_92
O	510	KLL	0.5	R_O = O_510/Si_92
Ag	356	MNN	1.00	-

Do đó, nồng độ nguyên tử cho mỗi phần tử (X) là được viết là:

$$X\% = \frac{R_X/S_X}{\sum R_i/S_i},$$

. Công thức này là không chính xác lắm, giả định một phân bố đồng đều của tất cả các nguyên tố tạp chất, và các tiêu chuẩn được thu thập bằng cách sử dụng một phân tích-gương hình trụ, không phải là một RFA. Tuy nhiên, AES cung cấp cho chúng tôi các thông tin về sự sạch sẽ của một bề mặt mẫu và nồng độ-tương đối của chất gây ô nhiễm.

Auger quang phổ học cũng được sử dụng để xác định độ dày của phim. Để có được Coverages, chúng tôi đã vào tài khoản của damping AES tín hiệu bởi một lớp dày mất Ví dụ, trong trường hợp Mg trên Si, sử dụng công thức:

$$R_{Mg} = \frac{I_{Mg(45)}}{I_{Si(92)}} = R_{\infty} \frac{1 - e^{-d/\lambda_{45}}}{e^{-d/\lambda_{92}}},$$

độ dày của bộ phim Mg được ước chừng. Công thức này dựa vào các sự mong manh mẽ của tín hiệu chất nền (ISi(92)) trong mẫu số và sự gia tăng tương ứng trong các tín hiệu điện ảnh (IMg(45)), khi Mg được gửi vào Si. R_{∞} là tỷ lệ cường độ $I_{\infty}Mg(45) / I_{\infty}Si(92) = 0,87$; I_{∞} là cường độ của AES dòng cho bán-vô hạn phần tử; các λ 's là những đường dẫn có nghĩa là không dẫn ra miễn phí (IMFP's) Cho AES electron; D là độ dày của bộ phim Mg trên Si (111) bề mặt; và tăng trưởng đều và vật liệu độc lập IMFP's ($\lambda_{45} = 3,6$ Ång, $\lambda_{92} = 4,5$ Ång.) được giả định. Phương trình trên có thể không được analytically đảo ngược, tuy nhiên, với sản lượng độ dày (d) là một hàm của tỷ lệ (RMg). Thay vào đó, nó đã được parametrized và được tính cho một loạt các độ dày có thể. Ngoài ra, nếu độ dày của một lớp nguyên tử đã được biết đến, sau đó độ dày của bộ phim đã được chuyển thành bảo hiểm: monolayers (ml) nếu tốc độ tăng trưởng bộ phim đã được layer-by-layer hoặc tương đương lớp (LE) nếu cơ chế tăng trưởng đã được biết rõ. Thông thường, tuy nhiên, các bao bì của lớp được biết, interdiffusion có thể đã được hiện nay, và λ 's có thể đã bị thiếu. Do đó, các giá trị độ dày thực nghiệm xác định được thường không chắc chắn khi xác định với các kỹ thuật nói trên. Trong phần kết luận này, các độ dày / Coverages và mức độ tạp chất của xác định với Auger-electron quang phổ mang lại khoảng-chính xác kết quả mặc dù không chính xác cao.

► AES là nhạy cảm hơn so với XPS.

AES là một kỹ thuật thường được mô tả như là nhạy cảm hơn so với XPS. Nó thì một phần đúng. Trong thực tế, sự khác biệt về độ nhạy là chủ yếu là do sự khác biệt về năng lượng điện tử động lực. Ví dụ trong trường hợp cacbon, trong XPS năng lượng động lực gần như trái ngược 1000 eV đến 250 eV tại AES. Bởi vì thay đổi con đường có ý nghĩa với động năng điện tử (xem IMFP Grapher), độ sâu phân tích sẽ nhỏ hơn tại AES hơn trong XPS trong trường hợp của một mẫu vật có chứa cacbon. Như là một vấn đề-của-thực tế, các ô nhiễm bề mặt (chủ yếu là cacbon và oxy) là một nguyên tố rất nhạy hơn trong AES. An ion etching đôi khi cần thiết để nghiên cứu bề mặt với quang phổ này.

► AES bổ sung của XPS.

AES là thiết bị lý tưởng của XPS. Được biết đến như là XAES, kỹ thuật này bao gồm trong đồng thời nghiên cứu các quá trình chuyển đổi từ một Auger photoelectron và những dòng XPS. Các quang phổ Auger không phải là rất nhạy với môi trường hóa chất, do đó cho phép ở đây để giải quyết vào các nguyên tố hóa học nhất định. Đây là trường hợp cho nhôm những dòng XPS trong đó có lỗi ra với cùng một năng lượng: chỉ có những dòng Auger (lấy từ một nguồn Mg) giải quyết các chất hóa học của nguyên tố này. (*Lasurface.com*)

Auger-electron quang phổ (AES) Là kỹ thuật chủ yếu được sử dụng để xác định nồng độ của các nguyên tố trên bề mặt một. Khi bề mặt được kích thích bởi các điện tử năng lượng cao-(3 keV) nhiều tương tác xảy ra. Có thể là một sự cố cao năng lượng điện tử đẩy một điện tử lõi (e_1) từ một nguyên tử. Một ít bị ràng buộc điện tử (e_2), sau đó có thể rơi vào các giờ lỗ trống. Quá trình chuyển đổi này giải phóng năng lượng (E_1-E_2) có thể được phát ra từ những nguyên tử ở dạng một photon. Ngoài ra, một ít điện tử liên kết (e_3) có thể bị đẩy ra từ nguyên tử với động năng bằng với $E_1-E_2-E_3$. Điều này là rất cao so với năng lượng nguyên tử cụ thể, vì nó phụ thuộc vào ba điện tử của các cấp năng lượng nguyên tử. Của tất cả các nguyên tố trong bảng tuần hoàn, không có hai nguyên tố có cùng một bộ năng lượng điện tử-cấp. Vì vậy, không có hai nguyên tố có cùng một bộ Auger-electron năng lượng chuyển tiếp.

Auger là điển hình năng lượng trong khoảng 50-1.500 eV. Đường dẫn của các electron được trong khoảng 5-50 Angstrom. Do đó, AES là một bề mặt nhạy kỹ thuật, bởi vì các điện tử Auger được phát ra từ một tài liệu phải có nguồn gốc ở vùng mặt gần. Thật không may, Auger electron không chỉ có các điện tử được phát ra từ một rắn khi được thăm dò bởi 3-KeV điện tử. Hầu hết các điện tử được phát ra là inelastically-electron rải rác. Một số điện tử được phát ra từ trạng thái rắn với một động năng nhất định, $N(E)$, sẽ chỉ hiển thị một đỉnh nhỏ ở bất kỳ Auger đặc biệt là năng lượng chuyển tiếp điện tử. Để tăng cường phát hiện các đỉnh Auger-điện tử, quang phổ của $N(E)$ là phân biệt.

Chuẩn bị mẫu

Nghiên cứu cấu trúc bề mặt cần thu thập, lắp, làm sạch, và sắp đặt các mẫu. Nói chung, các đơn tinh thể cho hầu hết các nguyên tố có sẵn từ các cửa hàng đặc sản, chi phí một lúc. Trong thí nghiệm hiện nay thương mại-tấm silicon có sẵn được sử dụng như là các mẫu chất nền. Những tấm có thể được mua với giá rẻ, với một dopant cụ thể và trở suất của một cụ thể, chính xác theo định hướng, và đánh bóng ở một bên. Các tấm được chỉ kiểm tra đối với định hướng sử dụng các kỹ thuật Laue X-ray và yêu cầu không xử lý khác metallographic. Trước khi giới thiệu vào buồng mẫu, một wafer Si được kích thước và khắc. Các etchant gỡ bỏ các oxit dày và hydrocarbon bất kỳ 'xây dựng; 'mẫu nhanh chóng thành lập một mới, nhưng mỏng hơn, ôxít. Đơn giản như vậy đã được etchant hydrofluoric acid (HF). Kỹ thuật phức tạp hơn, chẳng hạn như các phương pháp Shiraki, Ưu tiên để lại một oxit rất mỏng và bị động. Cả hai kỹ thuật thường mang lại kết quả như nhau.

Mẫu đã được gắn kết khi một giác kê thương mại sẵn-này cho phép các chuyển động của mẫu vuông góc-dọc theo ba trục trong một khối lượng nhỏ (8 cm^3), cho phép quay của mẫu về một trục trên mặt phẳng mẫu (theta xoay vòng) , và cho phép quay về mặt bình thường (phi luân phiên). Một nghiêng thêm (psi) là có thể; này mang lại một hiệu quả tự quay về trục thứ ba, nhưng mẫu cũng đã được dịch, i.e., Độ nghiêng không phải là một chuyển động độc lập. Người giữ mẫu cũng được cho phép để sưởi ấm của

mẫu để ở trên 1.400 C và làm lạnh đến -100 C. trước đây đã được thực hiện bằng cách sử dụng một sợi vonfram gắn phía sau mẫu; hoặc điện tử-pháo kích hoặc làm nóng bức xạ của mẫu là có thể. Làm mát của mẫu đã có thể thông qua một cách nhiệt điện inox U-ống và đồng-braid gắn liền với các tấm mặt trước của chủ mẫu. Các cô lập điện của cơ chế làm mát cho phép cho biasing này, nôi, hoặc chọn lọc các nền tảng của mẫu. Sự chú ý đặc biệt đã được đưa ra do đó không có vật liệu được đặt phía trước của bề mặt của mẫu, bởi vì chúng tôi không muốn chất gây tạp chất được sputtered lên bề mặt của mẫu.

Sau khi mẫu đã được gắn kết, giữ được giới thiệu vào hệ thống chân không, Buồng thử nghiệm được một lượng lớn thép không gỉ-304 trụ (đường kính 18 in, 43 ở cao) với nhiều cổng kèm theo. Để cập đến, Người giữ mẫu (SH) được gắn vào cổng đầu, vì thế của mẫu theta trục là trục của xi lanh. Cổng xuyên tâm, ở đỉnh cao giống như khuôn mặt của mẫu, chứa các máy dò (RFA) cho và AES phân tích, các súng ion (IG) để làm sạch mẫu, súng điện tử (EG) để kích thích các điện tử Auger, một nguồn lắng đọng (DS) cho các nghiên cứu hấp phụ, và cửa sổ khác nhau (W). Buồng cũng có cửa chớp, đồng hồ đo áp suất, và được kết nối với máy bơm, van, vv ...

Sau khi giữ mẫu đã được gắn vào trong buồng, hệ thống hút chân không được sơ tán đến một mức độ 1 millitorr, hấp phụ bằng cách sử dụng máy bơm. Một máy bơm bơm ion và một thăng hoa hơn nữa để giảm áp lực khoảng 1E-07 Torr. Tiếp theo sưởi ấm (nướng) của buồng (10 giờ tại 150 C). Hastened các desorption khí từ các bức tường buồng. Cuối cùng, một chân cuối cùng của 1E-10 Torr là thường đạt được một khi buồng đã được mát mẻ và tất cả các sợi đã được outgassed.

Với tốt chân không đạt được, các chu trình làm sạch bắt đầu. Mẫu đã được kiểm tra đầu tiên với AES. Sau đó, mẫu đã được làm sạch bằng cách sputtering với các ion argon. Các ion có năng lượng tiêu biểu của 375 eV, cho phép cho một "khuyết tật nhẹ nhàng quét" của bề mặt mà không có giới thiệu về mặt quy mô lớn. Sau một pháo kích ngắn (1 giờ) các mẫu đã được kiểm tra một lần nữa cho sạch sẽ bằng cách sử dụng AES. Các chu kỳ tiếp tục cho đến một mức độ chấp nhận được tạp chất đã đạt được, RC và RO đang được dưới 0,01.

Tiếp theo, mẫu được annealed để khôi phục trật tự loại bỏ bởi quá trình làm sạch. Nhiệt độ của mẫu đã được theo dõi bằng cách sử dụng một máy dò hồng ngoại (IRCON). Thật không may, silic đã được minh bạch cho hồng ngoại ánh sáng phát ra từ phía sau mẫu. Do đó, để tránh những sai sót nhiệt độ mẫu đã được giám sát thường xuyên với các máy dò hồng ngoại tập trung vào các Ta hoặc mẫu Mo-foil gắn trong vùng lân cận trước mắt của mẫu. Các máy dò hồng ngoại cũng mang lại đo nhiệt độ với các thanh lỗi lớn hơn (cộng-trừ 50 C). Những lợi ích của các thiết bị dò được, tuy nhiên, khả năng để đo nhiệt độ từ xa. Để giảm thiểu lỗi trong đo nhiệt độ, một Thermocouple có thể đã được sử dụng thay cho nhạc cụ các IRCON, nhưng không mong muốn trong thời gian thử nghiệm một. Điều này là bởi vì một Thermocouple

đã có thể cần liên hệ trực tiếp với bề mặt mẫu và cách nhiệt của nó có thể gây ra tác dụng tích phí. Được rằng, cũng như có thể, các nàu thủy tinh đầu tiên của một Si (111) bề mặt (800 C, vài phút) thường được khởi xướng cũng đã ra lệnh Si (111) 7x7 LEED mẫu. Trui thep thêm ở nhiệt độ cao (lên đến 1200 C) mang ra lệnh cho các mô hình tốt hơn.

Quá trình trui thep thường gây ra sự tích lũy các chất gây tạp chất của bề mặt mẫu. Trong trường hợp này các mẫu phải được làm sạch một lần nữa. Trui thep thường sau một lần nữa gây ra ô nhiễm, nhưng ở mức độ giảm. Do đó, một vài chu kỳ của pháo kích và nàu thủy tinh đã được yêu cầu phải đạt được sạch sẽ và cũng ra lệnh cho bề mặt.

Một khi một bề mặt đã được chuẩn bị tốt, nghiên cứu hấp phụ bắt đầu. Kỹ thuật chủ yếu để lắng đọng, trong thử nghiệm hiện tại, đã được nhiệt bốc hơi. Chi tiết cụ thể được đề cập trong chương sau. Các chương này thảo luận về các công việc thử nghiệm và phân tích cho bo, magiê, vàng, và xeri adsorbed trên hoặc trong Si (111) bề mặt. (www.matscieng.sunysb.edu)

Tóm lược

Quang phổ điện tử Auger (AES) là một kỹ thuật phân tích bề mặt nhạy, được sử dụng để phân tích nguyên tố của các bề mặt, nó cung cấp

- độ nhạy cao (thường 1% đơn lớp). cho tất cả các nguyên tố ngoại trừ H và He.
- một phương tiện theo dõi độ sạch bề mặt của mẫu
- phân tích định lượng thành phần bề mặt của một vùng mẫu vật, bằng cách so sánh với mẫu chuẩn .

Ngoài ra, các kỹ thuật cơ bản cũng đã được thích nghi để sử dụng trong:

1. Mô tả sâu Auger : cung cấp thông tin định lượng thành phần như là một chức năng của lớp sâu bên dưới bề mặt .
2. Scanning Auger Microscopy (SAM): cung cấp không gian-giải quyết thông tin về thành phần cấu tạo mẫu không đồng nhất .

(www.jhu.edu/chem/fairbr/surfacelab/aes.html)

(www.chem.qmul.ac.uk/surfaces/scc/scat5_2.htm)