



Beynəlxalq Konfrans "Fizika-2005" International Conference "Fizika-2005" Международная Конференция "Fizika-2005"

7 - 9
İyun
June 2005
Июнь

№54
səhifə
page 208-210
стр.

Bakı, Azərbaycan

Baku, Azerbaijan

Баку, Азербайджан

АДСОРБЦИЯ Th НА 2DGF НА Ir И НА Re

НАСРУЛЛАЕВ Н.М., АБДУЛЛАЕВ Т.Ш.

*Физический факультет, Бакинский Государственный Университет,
ул. З.Халилов, 23, Баку, Азербайджан, AZ 1073/1, nasrullayev_n@hotmail.com*

Термоэмиссионными методами найдено, что субмонослойные пленки Th, напыленные на текстурированные ленты из иридия [грань (111)] и из рения [грань (10 $\bar{1}$ 0)], однородны по отношению к работе выхода. Островки Th на лентах не образуются.

Монослой графита на поверхности Re и Ir (валентно-насыщенная поверхность) приводит к существенному ослаблению сил обменного взаимодействия, что проявляется в значительном уменьшении теплоты испарения атомов Th. В пленке Th на 2DGF на Ir и на Re происходит фазовый переход первого рода типа конденсации, в результате которого образуются островки тория.

В работе [1,2] исследовано адсорбции атомов Ba и Sr на Ir и на Ir с монослоем графита на поверхности (далее 2DGF) и было найдено, что монослой графита приводит к уменьшению энергии связи адатомов с подложкой. При изучении адсорбции Ba [3] и Pt и Ni [4] на поверхности Re - 2DGF было найдено, что эти атомы при определенных условиях образуют островки. Специфика этих адсорбционных систем состоит в использовании валентнонасыщенной подложки - монослоя графита на Re или на Ir. Образование 2DGF приводит к ослаблению обменного взаимодействия между адатомами и подложкой. Это оказывает существенное влияние на фазовый состав адсорбированного слоя: усиление латерального взаимодействия между адатомами и увеличение миграционной подвижности при уменьшении сил связи, способствуют фазовым переходам первого рода типа конденсации в двумерных пленках адсорбата. Действительно, на поверхности иридия Ba и Sr не образуют двумерных островков при покрытиях вплоть до $\theta=1$, в то время как на 2DGF на Ir островки Ba наблюдаются уже при $\theta = 10^{-5}$ [1,2]. Образование островков конденсированной фазы электроположительного адсорбата, в его двумерном газе на поверхности, приводит к эмиссионной неоднородности пленочных систем. Она проявляется, в частности, в аномальности электронного эффекта Шоттки.

Нами исследованы системы Ir (111) - Th, Ir (111) - 2DGF - Th и Re (10 $\bar{1}$ 0) - 2DGF - Th главным образом относительно их эмиссионной однородности (образования островков конденсированной фазы) при

субмонослойных покрытиях. Влияние насыщения валентностей в поверхностном слое атомов твердого тела на фазовый состав пленок многовалентных атомов мало исследовано. Исследуя адсорбцию Th на поверхностях, Ir (111) - 2DGF и Re (10 $\bar{1}$ 0) - 2DGF можно выявить роль подложки в этом процессе. Интерес к исследованию фазового состава пленок в системах Me-Th стимулируется тем, что эти системы - эффективные термоэммитеры электронов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Применена масс-спектрометрическая техника. Подложками служили текстурированные ленты из Ir с выходом на поверхность грани (111) или из Re (10 $\bar{1}$ 0) с выходом на поверхность грани (10 $\bar{1}$ 0). Монослой графита на иридиевых и рениевых лентах создавали путем крекинга на них бензола [5]; о качестве этого слоя судили по работе выхода и по степени диссоциации на нем молекул CsCl [6,7].

Нанесение Th производили на одну сторону ленты из специально приготовленного испарителя. Для этого порошок Th загружали в танталовую лодочку, разогреваемую электронной бомбардировкой, затем перегоняли его на нагретую до $T=1500\text{K}$ вольфрамовую ленту, которая и служила в дальнейшем источником тория. Температуру $T=1500\text{K}$ выбрали после предварительных опытов по термо десорбции, показавших, что ThO и ThO₂ десорбируются с вольфрамовых лент при $T \geq 1450\text{K}$.

В рабочих условиях давление остаточных газов и паров в приборе было $(1 \div 8) \cdot 10^{-9}$ тор.

Об однородности ториевой пленки при различных θ судили по аномальному электронному эффекту Шоттки. Для этого при двух величинах разности потенциалов U_1 и U_2 между лентой и коллектором электронов определяли коэффициент $Q = I_1/I_2$, где I_1 - ток термоэлектронов при $U_1=700\text{В}$, а I_2 при $U_2=150\text{В}$. На однородных пленках $Q \approx 1$, а на неоднородных $\chi > 1$. В некоторых случаях сопоставляли измеренную по полному току термоэлектронной эмиссии работу выхода ϕ_s с работой выхода ϕ_n , измеренной по полному току ионов трудно ионизируемых элементов, получаемых путем поверхностной ионизации [8].

Оценку плотности потока атомов Th на поверхность лент производили по зависимости $\phi_s = f(t)$, где t - время напыления Th. Полагали, что $\phi_{s, \min}$ соответствует концентрации $N=4.2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ на основании работ [8-12], показавших, что оптимальная концентрация Th одинакова для Re и разных граней W; возможную миграцию Th на обратную сторону лент в этих оценках не учитывали.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ:

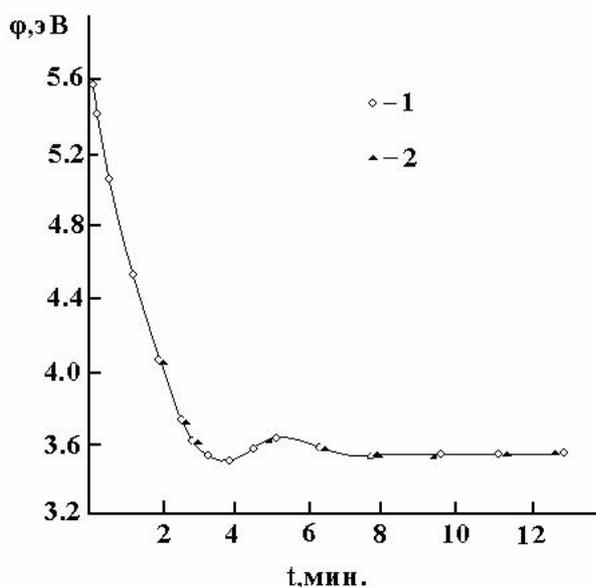


Рис.1. Зависимость $\phi(t)$ при напылении Th на Ir потоком $v \approx 1.8 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$. $T=1180\text{К}$. $p \approx 8 \cdot 10^{-9}$ тор. 1-по полному току термоэлектронов, 2-ионов Cs^+ .

1. Ir (111) – Th. На рис. 1 представлена зависимость $\phi = f(t)$ при нанесении Th на иридиевую ленту. Видно, что $\phi_s \approx \phi_n$. При всех t измеренные $Q \approx 1$. Таким образом, пленка Th на Ir (111), эмиссионно однородна. Теплота испарения Th с Ir (111) велика: нагревание пленки при $\theta < \theta_{\text{отт}}$ до $T \sim 2100\text{К}$ не изменяло величин ϕ . Оценка теплоты испарения l_0 по формуле Френкеля $\tau = \tau_0 \exp(l_0/kT)$ дает при $\tau_0 = 10^{-13}\text{с}$ нижнюю границу $l_0 > 7\text{эВ}$, согласующуюся с теплотой испарения атомов Th с W [13]. С увеличением θ , теплота уменьшается: при $\theta > \theta_{\text{отт}}$ уже наблюдалось изменение ϕ со временем при $T=1350\div 1450\text{К}$, указывающее на испарение атомов при этих T .

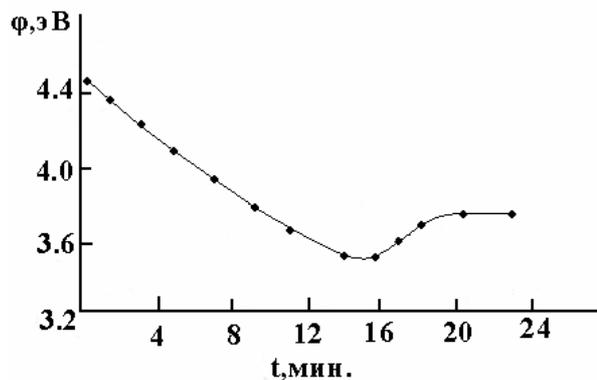


Рис.2. Зависимость $\phi_s(t)$ при напылении Th на Re-2DGF потоком $v \approx 1.8 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ при $T=1230\text{К}$. $p \approx 8 \cdot 10^{-9}$ тор.

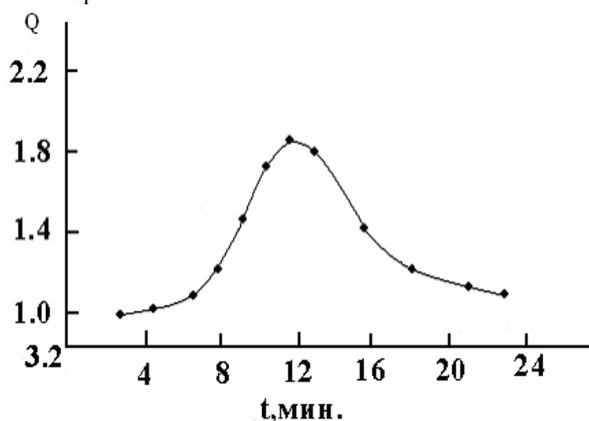


Рис.3. Зависимость $Q(t)$ при напылении Th на Re-2DGF потоком $v \approx 1.8 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ при $T=1230\text{К}$. $p \approx 8 \cdot 10^{-9}$ тор.

2. 2DGF - Th. На рис. 2. представлена зависимость $\phi_s(t)$, а на рис. 3. соответствующая ей зависимость $Q(t)$, при $T=1230\text{К}$ (для адсорбции на поверхности Re-2DGF). Видно что электронный эффект Шоттки аномален в значительной области покрытий 2DGF торием. Следовательно, при этих покрытиях имеются островки Th.

Рост пленки при $T=1230\text{К}$ идет на 2DGF в условиях испарение Th с поверхности. Прямые измерения средних времен жизни адатомов Th на 2DGF при этой температуре показали, что $\tau = 35\text{с}$. Равновесная концентрация N_p адатомов Th в фазе двумерного газа при $T=1230\text{К}$ должна быть $N_p = v\tau \approx 7 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-2}$, т.е. $N_p = 0,1 N_M$, где N_M - концентрация в монослое. После установления N_p , величина N не должна изменяться вплоть до $\theta = 1$ и $\phi(t)$ должна монотонно уменьшаться с ростом t из-за увеличения площади островков Th. График $\phi(t)$ на рис. 2 показывает, что ϕ проходит через минимум. По видимому, $\phi_{\min} \approx 3.5\text{эВ}$ отвечает покрытию, близкому к монослою Th на 2DGF, а дальнейший рост ϕ связан с наращиванием следующих слоев. Аналогичные графики получены и для адсорбции Th на поверхности Ir-2DGF.

Форма графика $Q(t)$ имеет естественное объяснение. При малых покрытиях $\theta < \theta_{\text{критич}}$ для фазового перехода, поверхность однородно и $Q \approx 1$. После фазового перехода когда островки Th малы по размеру и мала общая занимаемая ими площадь, над

ними имеется сильное контактное поле пятен ; внешнее электрическое поле, создаваемое разностью потенциалов U_1 и U_2 ,недостаточно для его компенсации, и Q близко к единице. При среднем размере островков и увеличении занимаемой ими площади контактное поле пятен уже может в значительной степени компенсироваться внешним полем при потенциалов U_1 , и Q увеличивается. Величина Q_{\max} зависит от величины разности работ выхода на поверхности и от выбранных U_1 и U_2 .Когда островки велики и занимают основную часть поверхности, контактное поле пятен над ними мало; для его компенсации уже достаточно поля, создаваемого разностью потенциалов U_2 .

Оценка I_0 при десорбции Th с 2DGF при малых покрытиях, при которых Th находится на поверхности в виде двумерного газа, по формуле Френкеля, дали $I_{Th} < 3,3$ эВ. В этих оценках было принято $\tau_0 = 10^{-10}$ с (такие величины получены в [1] для атомов Cs и Ba на 2DGF).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, монослой графита, как и в случае двухвалентных атомов щелочноземельных металлов, приводит к сильному уменьшению теплоты десорбции атомов Th, а также к образованию островков Th. Один монослой графита достаточен, чтобы процесс адсорбции Th не зависел от подложки.

-
- [1]. Э.Я. Зандберг, Е.В.Рутьков, А.Я. Тонтегоде, ЖТФ, 45, 1884 (1975).
- [2]. Э.Я. Зандберг, Е.В.Рутьков, А.Я.Тонтегоде. Тез.докл. XVII Всес. конф. по эмиссионной электронике, 95. Л. (1979)
- [3]. N.M. Nasrullayev, Interaction between two-dimensional Ba islands and CsCl molecule on a surface of the monolayer graphite on Re(10 $\bar{1}$ 0). 22 nd European Conference on Surface Science. Sept. 7-12. Praha Czech. 2003, N16963
- [4]. N.M. Nasrullayev , Adsorption of Pt or Ni on the graphite monolayer of rhenium. 7 th Int. Conf. on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures. Novem. 16-20. Nara, Japan, 2003, N17 P079.
- [5]. A.Ya. Tontegode, Carbon on transition metal surfaces. Prog. Surf. Sci. 1991. 38. P. 201-430.
- [6]. N.R.Gall, N.P.Lavrovskaya, E.V.Rutkov, A.Ya Tontegode, Thermal Destruction of Two-Dimensional Graphite Islands on Refractory Metals (Ir, Re, Ni and Pt). Technical Physics. 2004. 49. P. 245-249.
- [7]. N.M.Nasrullayev, Interaction between cesium chloride molecules and metal atoms at coadsorption on the graphite single layer on iridium. Turkish journal of Physics. 2000. 4. P. 617-622.
- [8]. Э.Я. Зандберг, Н.И.Ионов. Поверхностная ионизация, гл. III. «Наука», М. (1976)
- [9]. H.Pollard. Surf. Sci., 20, 269 (1970)
- [10]. P.I.Estrup, I.Anderson, W.E.Danforth. Surf. Sci., 4, 286 (1966)
- [11]. W.E.Danforth, D.L.Goldwater. J. Appl. Phys., 31, 1715 (1960)
- [12]. I.Anderson, W.E.Danforth, A. I.Williams. J. Appl. Phys., 34, 2260 (1963)
- [13]. В.С.Фоменко, И.А.Подчерняева. Эмиссионные и адсорбционные свойства веществ и материалов. Справочник. Атомиздат, М. (1975)