ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Довиак Р. Дж.* Метеорологические доплеровские РЛС / Р. Дж. Довиак, Д. С. Зрнич, Д. С. Сирманс // ТИИЭР. – М., 1979. – Т. 67, № 11. – С. 63–102.
2. *Mark E.* Weber Advances in Operational Weather Radar Technology // Lincoln Laboratory Journal. – Lexington, 2006. – Vol. 16, № 1. – P. 9–22.
3. *Тейлор-мл. Дж.* Новая диспетчерская радиолокационная станция ASR-9 / Дж. Тейлор-мл., Г. Брунинс // ТИИЭР. – М., 1985. – Т. 73, № 2. – С. 128–135.
4. *Яновський Ф. Й.* Метеонавігаційні радіолокаційні системи повітряних суден: Навчальний посібник. – К.: НАУ, 2003. – 304 с.

Надійшла 16.11.07

Проведено аналіз технічних рішень, використаних при проектуванні аеродромного радіолокаційного комплексу (АРЛК) «Дніпро-А», і алгоритмів обробки метеоданих, джерелом яких є канал цілі. Оцінено ефективність роботи метеоканалу дослідного зразка локатору. Запропоновано шляхи подальшого удосконалення метеоканалу комплексу «Дніпро-А», випробувані нові алгоритми зменшення впливу відбиттів від земної поверхні.

The analysis of technical solutions have been performed, when making a design of airfield radar complex (ARC) «Dnepr-A» weather channel, as well as of algorithms of processing weather data a source of which is target channel. There has been estimated efficiency of weather channel operation within the ARC development model. The ways of further enhancement of complex «Dnepr-A» weather channel were offered, new algorithms of eliminating an effect of underlying surface clutter have been approved.

УДК 681.51.012: 539.23

В. И. Псарев, Л. А. Пархоменко, Ю. В. Пьянкова

О ТЕХНИКЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРИ СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ ТОНКИХ ОСТРОВКОВЫХ ПЛЕНОК

Получены аналитические формулы для проведения системного анализа структурного огрубления островковых пленок на подложке. Для этой цели предложен метод установления сходства и различия между характеристиками теоретического и экспериментального распределения островков по размерам. Предложенный метод позволяет получать информацию о протекании процессов в системе микроостровков по мере их приближения к состоянию равновесия.

ВВЕДЕНИЕ

Применение тонких пленок в технике стало возможным после освоения методов их получения с заданными физико-химическими свойствами. Это открыло широкие возможности использования тонких пленок в оптике, космической и атомной промышленности и СВЧ-технике; в качестве элементов микросхем и тензодатчиков; в криогенной технике и других областях. Качество и надежность работоспособного состояния в процессе их функционирования в устройствах и приборах, в особенности, под влиянием внешних факторов, существенно зависят от структурной стабильности пленочного материала, достоверная информация о которой должна быть заранее получена методами системного физико-химического анализа. Рассмотрим в этой связи пленки островкового типа, подверженные огрублению из-за оствальдовской коагуляции микроостровков, осложненной рядом сопутствующих процессов. Их существенной характеристикой является функция плотности распределения островков по размерам.

Вызываемое внутрисистемными процессами огрубление островков изменяет характер их распределения по размерам, что оказывает существенное влияние на формирование микроструктурного состояния и свойства пленочного материала. Познание внутрисистемных процессов по признакам вызываемой ими трансформации экспериментальных распределений – задача, решение которой может быть распространено на широкий класс островковых пленок. Подразумевается возможность получения полезной информации путем выявления сходства и различия между экспериментальным распределением – образом и теоретической функцией распределения микроостровков по размерам – подобием, полученной с учетом определенных физических представлений.

Изучению кинетических особенностей огрубления островковых пленок на подложке посвящены многие работы [1–3]. Однако, в них не учитывалось, что огрубление микроостровков – процесс многофакторный: определяется влиянием структурного, диффузионного, межфазного и других факторов. При этом важное значение приобретает возможность установления характера влияния каждого из факторов в отдельности и в своей их совокупности на кинетические особенности изменения дисперсности микроостровков в процессе их огрубления.

В настоящей работе приведено описание предлагаемой методики системного анализа тонких островковых пленок с привлечением традиционных методов статистического анализа и средств ЭВМ, необходимых для проведения сложных расчетов.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Функцию плотности распределения островков по их относительным размерам, отображающую их дисперсность в самых разных случаях, согласно приведенным в работе [4] формулам (1) и (2), можно записать в таком виде:

$$\varphi(u) = \frac{3\upsilon_k\gamma(u)}{\upsilon_k u\gamma(u) - u + 1}\exp\left[-3\upsilon_k\int\frac{\gamma(u)du}{\upsilon_k u\gamma(u) - u + 1}\right], \quad (1)$$

где $\upsilon_k = \upsilon_k(t)$ – приведенная скорость движения r_k в пространстве размеров островков, t – время; $\gamma = \gamma(u)$ – фактор, определяющий механизм процесса; $u = \frac{r}{r_k}$, r – эффективный радиус островка, r_k – критический радиус.

Каждый островок радиуса r_0 на поверхности подложки можно дополнить до сферы радиуса $r = r_0/\sin\theta$, где θ – краевой угол, и таким образом подойти к эквивалентному распределению сфер в объеме [3]. Переход от числа куполообразных островков на единице площади подложки $n = f(r_0)$ к распределению соответствующих им эффективных сфер в единице объема $N_r = f(r)$ производится с помощью формулы пересчета от двухмерного распределения островков к трехмерному [5]. Обратный переход можно осуществить с помощью обращенной формулы той же работы [5].

В размерных переменных эквивалентная функция плотности распределения $f(r, t) = C(r_k)r_k^{-4}\varphi(u)$ существенно зависит от явного вида $\gamma(u)$. В случае диффузионно-контролируемого механизма [6, 7] укрупнения островков в системе $\gamma(u) = u^s$, где s – параметр массопереноса от расплывающихся на поверхности подложки островков к растущим на ней. В случае металлических островковых пленок [3] $\gamma(u) = \varepsilon u^3 + u^{1-\alpha}$, где $\varepsilon = \frac{Kr_k^2}{D_s}$, K – скорость прохождения адатомов (адсорбированных атомов) через межфазную границу, D_s – коэффициент поверхностной диффузии адатомов.

При задании фактора $\gamma(u)$ в явном виде с помощью формулы (1) можно определить функцию $\varphi(u)$. Пусть, например, $\gamma(u) = u^s$, тогда формулу (1) можно представить в таком виде

$$\varphi(u) = \frac{3\upsilon_k u^s}{\upsilon_k u^{1+s} - u + 1}\exp\left[-3\upsilon_k\int\frac{u^s du}{\upsilon_k u^{1+s} - u + 1}\right]. \quad (2)$$

Учитывая, что параметр $0 \le s < \infty$, знаменатель в формуле (2) можно разложить на множители: $\upsilon_k u^{1+s} - u + 1 = \upsilon_k(u_g - u)^2\psi(u)$. В случае целочисленных значений s многочлен $\psi(u) = \sum_i^s iu^{s-i}\left(\frac{1+s}{s}\right)^{i-1}$; $i = 1, 2, 3, \ldots, s$; $u_g = \frac{r_g}{r_k}$, r_g – наибольший размер микроостровков (размах функции $f(r, t)$). Для разных значений s можно получить известные виды теоретических распределений: при $s = 1$ множитель $\psi(u) = 1$ и после интегрирования получим распределение Вагнера [7]; при $s = 2$ и $\psi(u) = u + 3$ получим распределение Лифшица – Слезова [6]; при $s = 3$ и $\psi(u) = u^2 + 2\left(\frac{4}{3}\right)u + 3\left(\frac{4}{3}\right)^2$ распределение будет соответствовать иной системе островков и т. д.

При сопоставлении экспериментальной гистограммы с теоретическим распределением возникает необходимость в определении численных значений параметров, определяющих фактор $\gamma(u)$ и обеспечивающих максимальное сходство между образом и подобием. Такая задача решалась для частного случая [8]. Учитывая выражение (1), путем математических преобразований, аналогичных применяемым в работе [8], общее решение может быть записано в таком виде:

$$\upsilon_k(n-3)M_1 + 2\upsilon_k M_2 - nM_3 - 2M_4 = 0, \quad (3)$$

где $M_1 = \int_0^{u_g}\gamma^2 u^n\varphi(u)du$; $M_2 = \int_0^{u_g}\gamma\gamma' u^{n+1}\varphi(u)du$; $M_3 = \int_0^{u_g}\gamma u^{n-1}(u-1)\varphi(u)du$; $M_4 = \int_0^{u_g}\gamma' u^n(u-1)\varphi(u)du$; γ' – первая производная по u от $\gamma = \gamma(u)$; n – целые и дробные положительные числа.

При задании $\gamma(u)$ уравнение моментов (3) преобразуется и приобретает конкретное содержание, необходимое и достаточное для определения численных значений параметров островковой системы. Их испытание на достоверность является следующим шагом системного анализа.

По мере движения системы микроостровков к состоянию равновесия происходит непрерывная трансформация функции плотности распределения. Изменяются численные значения ее характеристик: размах, мода и модальное значение размера островков, асимметрия и другие. Сохраняет инвариантность только соотношение между смешанными моментами функции плотности распределения. Воспользуемся для его вывода уравнением моментов распределений, приведенным в работе [9] (формула (7)). Решая его с учетом (1), получим взаимосвязь между моментами распределения такого вида:

$$(3-n)\upsilon_k M_{nm} = nL_n + mL_m, \qquad (4)$$

где $M_{nm} = \int_0^{u_g} M du$ – смешанный момент порядка n и m; n и m – целые и дробные положительные числа, $M = u^n(u_g - u)^m \varphi(u)$; в терминах моментов:

$$L_n = M_{n-1-\gamma,\,m} - M_{n-\gamma,\,m};$$

$$L_m = M_{n+1-\gamma,\,m-1} - \upsilon_k M_{n+1,\,m-1} - M_{n-\gamma,\,m-1};$$

$$M_{n-1-\gamma,\,m} = \int_0^{u_g} M[u\gamma(u)]^{-1} du;$$

$$M_{n-\gamma,\,m-1} = \int_0^{u_g} M[(u_g - u)\gamma(u)]^{-1} du;$$

$$M_{n-\gamma,\,m} = \int_0^{u_g} M[\gamma(u)]^{-1} du;$$

$$M_{n+1,\,m-1} = \int_0^{u_g} uM(u_g - u)^{-1} du;$$

$$M_{n+1-\gamma,\,m-1} = \int_0^{u_g} uM[(u_g - u)\gamma(u)]^{-1} du.$$

На отдельных частных примерах проиллюстрируем применение полученных формул и уравнений.

2 ЧАСТНЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Огрубление микроостровков при диффузионно-контролируемом механизме характеризуется фактором $\gamma(u) = u^s$ и скоростью $\upsilon_k(t)$. При непрерывном изменении параметра s из формул (3)–(6) [4] следует система уравнений

$$u_g = (1+s)s^{-1};\;\; \upsilon_k = (1+s)^{-1}u_g^{-s} = u_g^{-(1-s)}s^{-1},$$
$$4\upsilon_k u^{1+s} + u(s-1) - s\big|_{u_m} = 0, \qquad (5)$$

$$20\upsilon_k^2 u^{2+2s} - 13\upsilon_k u^{1+s} z + 2z^2 -$$
$$-[s(s-1)(u-1) + 2sz](\upsilon_k u^{1+s} - u + 1)\Big|_{u_p} = 0,$$

где $z = s + u(1-s)$; $u_m = \dfrac{r_m}{r_k}$, r_m – модальный радиус микроостровков; $u_p = \dfrac{r_p}{r_k}$, r_p – значение радиуса в точке перегиба на кривой плотности распределения.

При том же условии в соотношении моментов (4) имеем

$$L_n = M_{n-1-s,\,m} - M_{n-s,\,m}$$
и
$$L_m = M_{n+1-s,\,m-1} - \upsilon_k M_{n+1,\,m-1} - M_{n-s,\,m-1}.$$

В частности, положив $n = 3$, получим $3|L_3| = m|L_m|$, а при $n = 3$ и $m = 0$ имеет место равенство $M_{2-s} = M_{3-s}$.

Уравнение (3) при $\gamma(u) = u^s$ можно преобразовать к виду

$$\upsilon_k(2s + n - 3)M_{n+2s} + (n+2s)M_{n+s} -$$
$$-(n+2s)M_{n+s-1} = 0. \qquad (6)$$

Или же в размерных переменных, после сокращения на r_k^{n+s-2}, получим

$$r_k^{1+s} - \frac{M'_{n+s}}{M'_{n+s-1}} r_k^s + \frac{\upsilon_k(2s+n-3)}{n+2s}\frac{M'_{n+2s}}{M'_{n+s-1}} = 0, \qquad (7)$$

где

$$M'_{n+s} = \int_0^{r_g} r^{n+s} f(r,t)dr;$$

$$M'_{n+s-1} = \int_0^{r_g} r^{n+s-1} f(r,t)dr;$$

$$M'_{n+2s} = \int_0^{r_g} r^{n+2s} f(r,t)dr.$$

Задавая значение n, можно сформировать систему уравнений и, решая ее, определить s и r_k. Если $n = 3 - 2s$, то из уравнения (6) следует: $M_{3-s} = M_{2-s}$, а из уравнения (7): $r_k = \dfrac{M'_{3-s}}{M'_{2-s}} = u_s^{-1} r_s$, где u_s – среднее значение u в распределении $\varphi(u)$; r_s – среднее значение r в распределении $f(r,t)$. Численное значение $k_s = u_s^{-1}$ используется при переходе от экспериментального среднего радиуса r_s к критическому r_k.

В табл. 1 приведены массивы данных четырех примерных распределений. Первое из них характеризуется отрицательной асимметрией, достигает максимума при $u_m = 1$, а верхняя граница $u_g \approx 2$. Предполагая, что это распределение типа Вагнера [7], т. е. $s = 1$, после нормирования находим моменты M_1 и M_2. Их отношение $\dfrac{M_2}{M_1} = 0,99988 \cong 1$, значение $u_s = 0,89106$. Следовательно, $k_s = u_s^{-1} = 1,1223 \cong 9/8$ [7]. Предположение подтверждается. Согласно формулам и урав-

Таблица 1 – Данные массивов и характеристики примерных распределений при разных значениях фактора $\gamma(u) = u^s$

№ массива	Значения варианты u									
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
1	0	3,776	8,971	15,355	21,663	24,288	20,255	8,174	0,478	0,001
2	0	5,776	10,971	17,355	23,663	24,288	20,255	8,174	0,478	0,001
3	0	9,776	14,971	21,355	27,663	24,288	20,255	8,174	0,478	0,001
4	0	3,776	8,971	15,355	21,663	24,288	22,255	10,174	2,478	0,01
	s	$q_s \times 10^4$	u_g	υ_k	u_m	u_{p_1}	u_{p_2}	u_{p_3}	u_s	k_s
1	1	1,2	2	0,25	1	–	0,6084	1,3458	0,8911	1,1223
2	0,82	3,0	2,2195	0,2858	0,922	0,1053	0,4129	1,3328	0,8630	1,1587
3	0,546	0,6	2,8315	0,3664	0,7136	–	–	1,2390	0,8167	1,2244
4	1,34	0,2	1,7452	0,2022	1,082	–	0,8078	1,3361	0,9186	1,0886

Примечание. $q_s = \left|1 - \frac{M_{3-s}}{M_{2-s}}\right|$ – параметр идентификации распределений.

нениям (5) находим $u_g = 2$; $\upsilon_k = 0,25$; $u_m = 1$; $u_{p_1} = 0,6084$; $u_{p_2} = 1,3458$, что соответствует распределению Вагнера. Его вид следует из выражения (2) при $s = 1$: $\varphi(u) = Cu(2-u)^{-5}\exp\left(-\frac{6}{2-u}\right)$.

Аналогичным образом проведены расчеты и для других массивов примерных распределений при условии $M_{3-s} = M_{2-s}$. Характерно, при $s < 1$ коэффициент $k_s > 9/8$; при $s > 1$ величина $k_s > 9/8$.

При задании фактора $\gamma(u) = \varepsilon u^3 + u^{1-a}$ значения характеристик u_g, υ_k, u_m и u_p также можно определить из формул (3)–(6) [4]

$$3\varepsilon u^{3+\alpha} - 4\varepsilon u^{2+\alpha} + (1-\alpha)u - 2 + \alpha\Big|_{u_g} = 0,$$

$$\upsilon_k = (3u-4)u^{\alpha-2}(2+\alpha)^{-1}\Big|_{u_g}, \qquad (8)$$

$$u(\alpha + 3\varepsilon u^{1+\alpha} - 2\varepsilon u^{2+\alpha}) + 1 - \alpha = 4\upsilon_k u^{2-\alpha}(1+\varepsilon u^{2+\alpha})^2\Big|_{u_m},$$

$$20\upsilon_k^2\gamma^4 - 13\upsilon_k\gamma^2 z + 2z^2 - [\gamma\gamma''(u-1) + 2\gamma' z](\upsilon_k u\gamma - u + 1)\Big|_{u_p} = 0,$$

где $z = \gamma - \gamma'(u-1)$; γ' и γ'' – первая и вторая производные по u от $\gamma = \gamma(u)$. Полученные иным путем уравнения системы (8) содержатся в работах [1–3].

Определение численных значений параметров α и ε можно произвести с помощью уравнения моментов, которое вытекает из выражения (3)

$$\frac{\upsilon_k\varepsilon^2(n+3+\alpha)}{r_k^{(n+5+\alpha)}}M'_{n+6+\alpha} + \frac{2\varepsilon\upsilon_k(n+1)}{r_k^{(n+3)}}M'_{n+4} - \frac{\varepsilon(n+6+\alpha)}{r_k^{(n+2+\alpha)}}M'_{n+3+\alpha} + \frac{\varepsilon(n+6+\alpha)}{r_k^{(n+1+\alpha)}}M'_{n+2+\alpha} + \frac{\upsilon_k(n-1-\alpha)}{r_k^{(n+1-\alpha)}}M'_{n+2-\alpha} - \frac{n+2-\alpha}{r_k^{n}}M'_{n+1} + \frac{n+2-\alpha}{r_k^{(n-1)}}M'_n = 0, \qquad (9)$$

где $M'_\chi = \int_0^{r_g} r^\chi f(r,t)dr$ – моменты распределения порядка $\chi = n,\ n+1,\ n+2+\alpha,\ \ldots$ при целочисленном и дробном значении n.

3 СОПОСТАВЛЕНИЕ С ЭКСПЕРИМЕНТОМ

Воспользуемся данными распределения платиновых островков на γ-Al_2O_3-подложке по их эффективным радиусам (взяты из работ [10, 1]). В табл. 2 приведены количественные характеристики распределений островков по размерам в пленке, нагревание которой производилось на воздухе при температуре 700 °С. Идентификация экспериментальных гистограмм (нормированных на единицу) производилась в предположении действия диффузионно-контролируемого механизма (1) ($\gamma(u) = u^s$) и механизма (2), дополнительно учитывающего межфазный фактор ($\gamma(u) = \varepsilon u^3 + u^{1-\alpha}$).

Характеристики распределений островков по размерам ($u_g, \upsilon_k, u_m, u_p, r_k$ и др.) после одного часа нагрева при 700 °С, рассчитанные в предположении действия одного и другого механизмов, близки по своим численным значениям. Это указывает на то, что основ-

Таблица 2 – Количественные характеристики гистограмм островковой пленки Pt на γ-Al_2O_3-подложке после нагрева при 700 °C на воздухе [10]

r, нм	$n_s \cdot 10^{-7}$, мм$^{-2}$	$N_r \cdot 10^{-12}$, мм$^{-3}$	Механизм (1)	Механизм (2)
1 час; $n_0 = 6{,}972 \cdot 10^8$ мм$^{-2}$; $N_0 = 31{,}146 \cdot 10^{12}$мм$^{-3}$; $r_s = 8{,}0$ нм 1 ($s = 0{,}754$; $q_s = 8{,}4 \cdot 10^{-5}$); 2 ($\alpha = 0{,}50$; $\varepsilon = 0{,}01$); $g = 26{,}25$ %				
2,14	8,68	2,0023	$u_g = 2{,}3263$	$u_g = 2{,}4080$
5,0	15,12	3,2531	$\upsilon_k = 0{,}3017$	$\upsilon_k = 0{,}3450$
7,86	31,36	17,7142	$u_m = 0{,}8837$	$u_m = 0{,}7313$
10,72	13,44	7,6514	$u_p = 1{,}3214$	$u_p = 1{,}2816$
13,58	0,84	0,3902	$r_k = 8{,}85$ нм	$r_k = 9{,}26$ нм
16,44	0,28	0,1359	$r_m = 7{,}82$ нм	$r_m = 6{,}77$ нм
19,30	0	0	$r_g = 20{,}6$ нм	$r_g = 22{,}3$ нм
16 часов; $n_0 = 4{,}635 \cdot 10^8$ мм$^{-2}$; $N_0 = 20{,}51 \cdot 10^{12}$ мм$^{-3}$; $r_s = 9{,}05$ нм 1 ($s = 0{,}546$; $q_s = 6{,}5 \cdot 10^{-5}$); 2 ($\alpha = 0{,}257$; $\varepsilon = 0{,}01$); $g = 41{,}74$ %				
1,69	1,70	0,011	$u_g = 2{,}8315$	$u_g = 2{,}1572$
3,93	6,50	1,610	$\upsilon_k = 0{,}3654$	$\upsilon_k = 0{,}2867$
6,17	11,15	5,465	$u_m = 0{,}7136$	$u_m = 0{,}9085$
8,41	10,35	4,874	$r_k = 10{,}63$ нм	$r_k = 10{,}43$ нм
10,65	9,0	4,731	$r_m = 7{,}56$ нм	$r_m = 9{,}48$ нм
12,89	4,5	2,134	$r_g = 30{,}10$ нм	$r_g = 22{,}5$ нм
15,13	2,7	1,455	$u_p = 1{,}239$	$u_{p_1} = 0{,}1986$
17,37	0,45	0,243	$k_s = 1{,}1747$	$u_{p_2} = 0{,}3106$
19,61	0	0	–	$u_{p_3} = 1{,}3377$

ным лимитирующим фактором их огрубления в пленке на подложке является поверхностная диффузия адатомов от расплывающихся ($r < r_k$) к растущим ($r > r_k$) микроостровкам. Теоретические функции плотности распределения, соответствующие одному и другому механизмам, практически с одинаковой степенью точности описывают экспериментальное распределение. В этом случае из-за ограниченности экспериментального материала трудно выявить степень влияния каждого из факторов на процесс огрубления островков в пленке.

Результаты расчетов экспериментальных данных после нагрева в течение 16 часов оказались противоречивыми. При действии механизма (1) кривая плотности распределения имеет одну точку перегиба; в случае механизма (2) – три точки перегиба. По мере приближения островковой системы к состоянию равновесия параметр s при диффузионном механизме должен увеличиваться. Он же уменьшается от $s = 0,754$ (1 час) до $s = 0,546$ (16 часов). Это обстоятельство приводит к необоснованному увеличению со временем характеристик u_g и υ_k и уменьшению значения u_m.

В то же самое время при действии возможного механизма (2) идет закономерная оствальдовская коагуляция островков на γ-Al_2O_3-подложке. Уменьшаются со временем значения u_g и υ_k при одновременном увеличении величины u_m. Экспериментальное распределение после 16 часов нагрева практически совпадает с теоретическим: $M_{3-\gamma(u)} = 0,8419$ и $M_{2-\gamma(u)} = 0,8437$. В системе увеличивается доля растущих островков от $g = 26,28$ % до $g = 41,74$ % после 16 часов нагрева пленки.

Полученный результат по своему содержанию вскрывает проявление эффектов термической деградации и так называемого «отравления» керамических катализаторов (применяются в нефтеперерабатывающей промышленности). Для их изготовления используются чешуйки γ-Al_2O_3 с осажденными на них островками металлов [10]. Воздействие внешнего фактора на межфазную границу (согласно [10] – образование слоя PtO_2 на поверхности островков при нагревании пленок на воздухе) оказывает существенное влияние на диффузионные потоки адатомов в системе островков, что исключает возможность закономерной их коагуляции в соответствии с механизмом (1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано, что изменение характерных структурных свойств островковых пленок можно выявить путем системного анализа распределений микроостровков по размерам, их собственных моментов и соотношений между ними с привлечением средств ЭВМ. Дано описание способа проведения такого анализа в системе островков на подложке. Для этой цели устанавливается сходство и различие экспериментального распределения – образа с теоретическим – подобием, учитывающим возможный внутрисистемный механизм изменения дисперсности микроостровков при их огрублении.

Получены аналитические формулы и уравнения, с помощью которых можно оценить качество и достоверность результатов идентификации распределений. Приведены примеры их применения с учетом действующих ограничений.

Предлагаемая методика системного анализа островковых пленок вполне может обеспечить достоверную информацию об их структурной стабильности, необходимой, например, при изготовлении пленочных микросхем в радиоэлектронной отрасли.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Псарев В. И., Пархоменко Л. А., Куликов А. Ф.* Структурная устойчивость тонких островковых пленок. Расчеты и компьютерный анализ // Радіоелектроніка. Інформатика. Управління. – 2003. – № 1. – С. 16–20.
2. *Псарев В. И., Пархоменко Л. А., Куликов А. Ф.* Анализ устойчивости островковых тонких пленок. // Складні системи і процеси. – 2003. – № 2. – С. 25–32.
3. *Псарев В. И.* Компьютерный анализ металлических островковых пленок // Металлы. – 1999. – № 6. – С. 105–110.
4. *Psarev V. I., Parkhomenko L. A.* A new method for the structural analysis of thin island films // Technical Physics Letters. – 2005. – V. 31. – No. 10. – P. 888–890.
5. *Псарев В. И., Куликов А. Ф., Пшенцов С. И.* Влияние межфазной поверхностной энергии на процесс коагуляции микрочастиц при нагревании металлических сплавов // Поверхность. Физика, химия, механика. – 1985. – № 12. – С. 22–27.
6. *Лифшиц И. М., Слезов В. В.* О кинетике диффузионного распада пересыщенных твердых растворов // ЖЭТФ. – 1958. – Т. 35. – № 2/8. – С. 179–192.
7. *Wagner C.* Theorie der Alterung von Niederschlagen durch Umlösen (Ostwald – Reifung) // Zeitschr. f. Electrochem. – 1961. – B. 65. – No. 7/8. – P. 581–591.
8. *Псарев В. И.* Установление сходства между образом и подобием распределения микрочастиц по размерам в дисперсной системе // Изв. вузов. Физика. – 1991. – Т. 34. – № 12. – С. 80–84.
9. *Псарев В. И.* Проблема моментов распределений в статистической физике // Изв. вузов. Физика. – 1997. – Т. 40. – № 4. – С. 92–97.
10. *Wynblatt P., Gjostein.* A model study of catalyst particles coarsening // Scripta metal. – 1973. – V. 7. – No. 9. – P. 969–976.

Надійшла 16.11.07
Після доробки 5.12.07

Одержані аналітичні формули для проведення системного аналізу структурного огрублення островкових плівок на підкладинці. Для цієї мети запропоновано метод встановлення подібності і відмінності між характеристиками теоретичного і експериментального розподілів островків за розмірами. Запропонований метод дозволяє одержувати інформацію про плин процесів в системі мікроостровків при її наближенні до рівноважного стану.

Analytical formulas for a systemic analysis of the structural coarsening of an island films on a solid substrate are obtained based on a comparison of the characteristics of theoretical and experimental distributions of the islands size. The proposed method provides useful information on the occurrence of various processes in a microislands system as it approaches the equilibrium state.