

Pendientes seleccionadas en crecimientos columnares monocristalinos y policristalinos via microscopias de proximidad: teoria y experimento

E. Rodriguez-Cañas^{a)}, J. A. Aznarez^{b)}, E. Vasco^{a)}, A. Ruiz^{a)}, C. Munuera^{a)}, A. Gonzalez-Gonzalez^{a)}, J. L. Sacedon^{a)}.

a) Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (CSIC), 28049 Cantoblanco, Madrid, Spain

b) Instituto de Física Aplicada (CSIC), Serrano 144, 28006 Madrid, Spain.

sacedon@icmm.csic.es

Resumen

La formación de “mounds” en superficies monocristalinas, como consecuencia de inestabilidades durante el crecimiento ha sido objeto desde un importante esfuerzo teorico y ha dado lugar al concepto de pendiente seleccionada [1]. Sin embargo existen muy pocos trabajos experimentales que hayan medido directamente dicho valor de pendiente y permitan la comprobación de los valores teoricos. En este trabajo presentamos una comparación cuantitativa entre los valores de pendiente seleccionada, expresada en valores de ancho de terraza, recientemente predichos [2] y las curvas experimentales de distribución de anchos de terraza en los bordes de las protuberancias superficiales, obtenidas estas, en laminas de Au monocristalinas (Au/Au(111)/mica) y policristalinas (Au/SiOx/Si(100)). Las distribuciones de pendientes se han obtenido haciendo uso de un Método Minimalista (MM) de caracterización superficial [3] que esta basado en un analisis estadístico de perfiles de altura de imagenes de microscopias de proximidad (SPM). El metodo permite determinar parámetros estadísticos de forma, su dispersion y covarianzas, también permite la síntesis numerica de la usual curva de distribución de alturas y la descomposición algebraica del, hasta ahora compacto, parametro de ancho de intercara [4], resultando una superficie experimental con una fuerte dispersion y baja correlación entre parametros de forma. En este contexto estadístico se propone una expresión para la interpretación de las curvas de distribución de anchos de terraza en el borde, que solo depende de la pendiente máxima alcanzable en el crecimiento (pendiente seleccionada). En nuestro caso de los dos valores de pendientes de los flancos A y B típicos del crecimiento fuera de equilibrio sobre superficies fcc(111).

Los parámetros experimentales clásicos de tamaño lateral y ancho de intercara para los frentes de crecimiento sobre laminas monocristalinas extensas (Au/Au(111)/mica) y policristalinas (Au/SiOx/Si(100)) muestran un sorprendente acuerdo cuantitativo. Las imagenes SEM de los rayados sobre ambos crecimientos muestran una estructura columnar, para crecimientos superiores a los 60nm manteniendose macroscopicamente la estructura casi monocristalina (111), del substrato en el caso (Au/Au(111)/mica). La comparación cuantitativa de las curvas experimentales de ancho de terrazas en el borde, con la expresión propuesta permite obtener los valores de ancho de terraza de pendiente seleccionada, que acuerdan con los predichos [2] con diferencias de 0.1 sitios atómicos de absorción, para ambos crecimientos y flancos (A y B). Las curvas correspondientes al crecimiento policristalino necesitan un tercer componente C, que hemos supuesto consecuencia de la interacción de los flancos con el borde de las placas que sustentan el crecimiento columnar. Basandonos en esta hipótesis hemos mejorado la teoría de pendiente seleccionada incluyendo la influencia del transporte de masa a través de las fronteras de grano via corrientes atómicas locales (del tipo “down-funneling currents”). Esta mejora permite explicar de forma satisfactoria esta contribución adicional C. Dicha teoría modificada es una herramienta muy versatil para predecir las características

superficiales de sistemas tanto monocristalinos como policristalinos. Aunque el metodo minimalista se ha confirmado como una herramienta muy util para comparar resultados experimentales con predicciones teoricas; actualmente estamos desarrollado un nuevo metodo de caracterización superficial, metodo de interpolacion matematica de Frentes de Crecimiento (IFC), que pretende englobar al metodo minimalista y que esta basado en un ajuste funcional e interpolacion local bidimensionales de las imagenes de SPM. El resultado es un molde matematico sobre el cual se puede realizar un muestreo bidimensional exhaustivo de los parametros superficiales. Inicialmente hemos obtenido las curvas de distribucion total de pendientes (las curvas de distribucion de todas las pendientes de la imagen). En los sistemas altamente descorrelacionados, aqui estudiados, estas curvas pueden ser tambien predichas a partir de los valores de teoricos de pendiente seccionada.

Referencias:

- [1] M. Siegert, and M. Plischke, Phys. Rev. Lett. **73**, 1517 (1994).
- [2] V. Borovikov, and J. G. Amar, Phys. Rev. B **72**, 085460 (2005).
- [3] J. L. Sacedon, E. Rodriguez-Cañas, C. Munuera, A. I. Oliva, and J. A. Aznarez, Phys. Rev. B **72**, 195413 (2005).
- [4] E. Rodriguez-Cañas, E. Vasco, and J. L. Sacedon, Appl. Phys. Lett. **90**, 013112 (2007).