

# OXIDACION DE GaAs [100] A TRAVES DE ESPECTROSCOPIA AUGER

M.Passeggi (h), E.García, J.L. del Barco y J.Ferrón.

(INTEC) Instituto para el Desarrollo Tecnológico de la Industria Química, Universidad Nacional del Litoral y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Güemes 3450, 3000 Santa Fe.

Hemos estudiado las primeras etapas de la oxidación superficial de GaAs utilizando la Espectroscopia de Electrones Auger (AES). Mediante la aplicación de la técnica de Análisis de Factores (FA) determinamos el número de compuestos presentes en la superficie. La evolución de la reacción fue seguida a través de la variación relativa de las transiciones Auger MVV del As y MMM del Ga; la concentración de oxígeno se determinó con la evolución de los niveles KLL del mismo. Determinamos hasta dos compuestos para toda la estructura GaAs, así como también para los picos de As y Ga, dentro de nuestro rango de exposición.

## INTRODUCCION

A pesar de que la oxidación de GaAs es un tema extensamente estudiado debido fundamentalmente a su importancia tecnológica, al ser los films de óxido la base de los transistores MOS (metal-óxido-semiconductor), existen en la actualidad ciertas discrepancias respecto a los mecanismos básicos del proceso de oxidación. Estas discrepancias se relacionan principalmente con la formación de fases en dicho proceso.

En este trabajo presentamos un estudio de las primeras etapas de la oxidación de GaAs a temperatura ambiente mediante Espectroscopia de Electrones Auger (*Auger Electron Spectroscopy*, AES). Se aplicó en forma secuencial el método de Análisis de Factores (*Factor Analysis*, FA) a los espectros obtenidos con AES [1] para estudiar el proceso de oxidación, identificar las distintas fases y obtener los espectros Auger correspondientes a los compuestos presentes.

## ESQUEMA EXPERIMENTAL

Las mediciones fueron realizadas en un espectrómetro Auger comercial (PHI 590 A) equipado con un analizador cilíndrico (CMA). La presión base es de  $1 \times 10^{-10}$  Torr.

La muestra de GaAs se limpió por medio del método IBA (*Ion Bombardment and Annealing*), ciclos de bombardeo con un haz de iones de argón de 0.6 keV y calentamiento a 500 °C por espacio de 10 min. y 10 seg. respectivamente.

La exposición máxima fue de 2560 L para una presión de oxígeno de  $1 \times 10^{-7}$  Torr (1 Langmuir =  $1 \times 10^{-6}$  Torr seg.). La energía de los electrones incidentes fue de 2 keV y la corriente de 1.5  $\mu$ A, con una modulación en el CMA de 2 eV.

Las mediciones AES fueron tomadas siempre en un mismo punto, lo que estimula la interacción del oxígeno con la superficie por bombardeo electrónico [2].

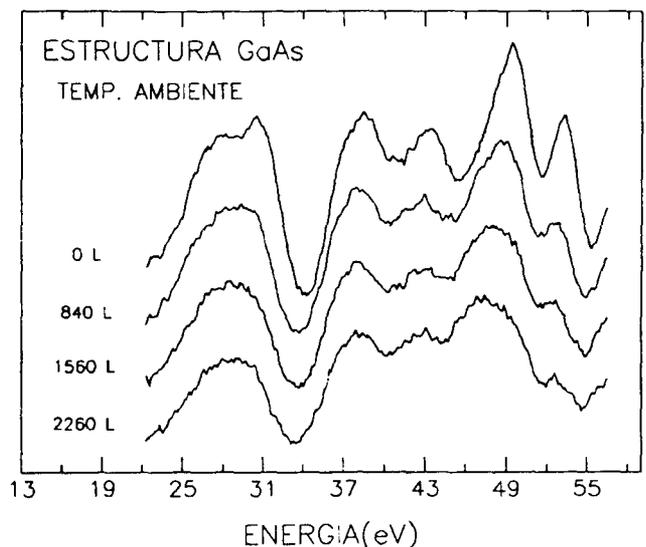


Figura 1: Espectros de GaAs para distintas exposiciones.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La figura 1 representa la evolución de los espectros de baja energía del GaAs para distintas exposiciones. En ellas se observan corrimientos y

cambios en la forma de los mismos (ensanchamiento y disminución de la amplitud).

El Ga presenta dos transiciones Auger, una en 48 eV y otra en 52 eV, mientras que su óxido las muestra en 44 eV y 48 eV. Se ha propuesto [2] que la evolución de la relación entre los picos de 52 y 48 eV es un buen indicador del estado de oxidación del Ga. La potencia del FA en este tipo de análisis es el hacer uso de toda la información contenida en la forma completa del espectro.

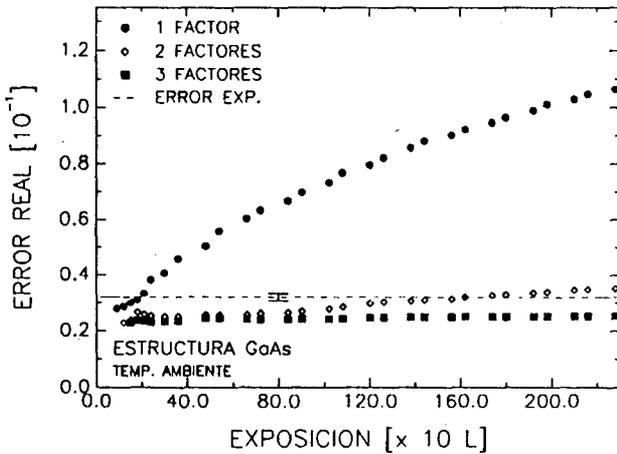


Figura 2a: Evolución del error de la estructura GaAs.

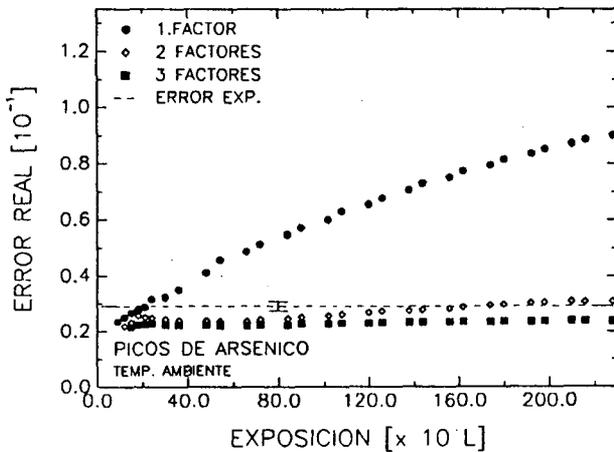


Figura 2b: Evolución del error de los picos de arsénico.

El FA se basa en la descomposición de la matriz de datos (espectros experimentales) en dos matrices relativas formadas por los espectros del compuesto puro y por sus pesos relativos. Si bien esta descomposición es siempre posible, la utilidad del método consiste en reproducir la matriz de datos con el mínimo número de factores (com-

puestos) de forma que sea compatible con el error experimental. La utilización de todos los espectros resultaría en una reproducción perfecta de la matriz de datos, incluido el ruido.

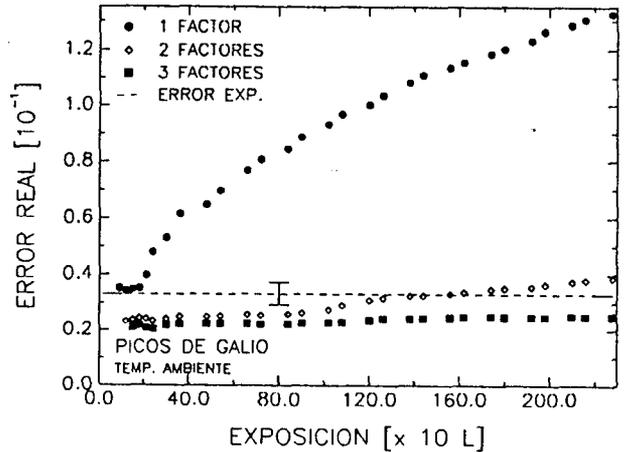


Figura 2c: Evolución del error de los picos de galio.

Para determinar el número de factores físicamente significativos, se construye la matriz con un número mínimo de estos y se la compara con la matriz real, cuando el error supera al experimental surge la necesidad de agregar un factor nuevo al sistema.

Para estimar el error experimental, se toma una serie de espectros iguales de GaAs puro; sabemos que el número de factores es uno, dado que los espectros son idénticos, salvo el ruido. Por tanto la diferencia obtenida entre la matriz experimental y la formada con solo un factor constituye el error buscado.

En las figuras 2a-c mostramos la evolución de estos errores (considerando hasta tres factores) con la exposición, comparada con el error experimental. Observamos que en nuestro rango de exposición con dos factores se puede describir todo el proceso y que la evolución es la misma independientemente de que se observe la evolución del Ga, del As o de la estructura de GaAs. Esto indicaría que el GaAs se oxida sin la formación de fases separadas.

Esto está en desacuerdo con la sugerencia de Alonso y col.[2], quienes, basados en el no corrimiento del pico de As, proponen que el Ga es el primero en oxidarse, y luego para exposiciones mayores los hace el As (Exposición > 1 x 10<sup>6</sup> L). Por otro lado, mediciones de G. Landgren y col [3] han sugerido la no existencia de pares diferen-

ciables en el proceso de oxidación de acuerdo con nuestros resultados. Dado que existe la similitud entre la forma de producir la oxidación de [3] y el nuestro, es probable que la influencia del bombardeo electrónico sea importante.

En la figura 3 mostramos la evolución de la relación de  $Ga_{52}/Ga_{48}$ . Observamos, de acuerdo con los resultados de la ref. [2], la existencia de dos etapas, una de relación constante, que se asocia con la adsorción y otra caracterizada por una disminución de la relación entre los picos, asociada con la oxidación del Ga [2].

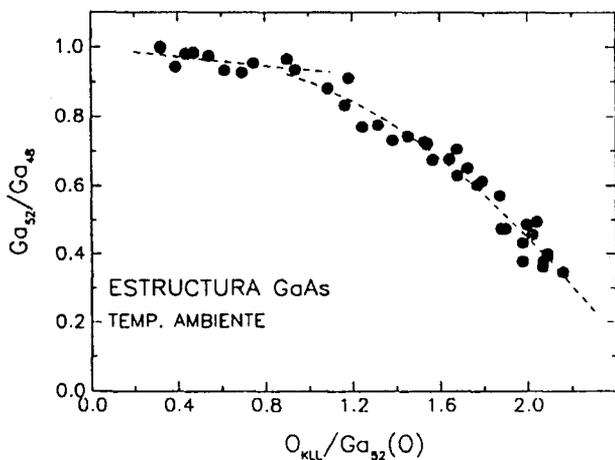


Figura 3: Relación de los picos de galio vs. cantidad de oxígeno.

En la figura 4 mostramos la evolución del pico completo de GaAs vs. la cantidad de oxígeno. En este caso, si bien la etapa de adsorción existe, aparenta ser de menor duración que la que se deduciría de la simple relación  $Ga_{52}/Ga_{48}$ .

### CONCLUSIONES

A través de la aplicación del FA al proceso de oxidación del GaAs hemos encontrado que:

1) El GaAs se oxida como un todo, es decir no observamos, la aparición de fases diferentes correspondientes a óxidos de As o Ga separados.

2) Existe una etapa de adsorción y otra de oxidación, de acuerdo con los resultados basados en la relación entre las transiciones características del Ga. Sin embargo la "duración" de las etapas obtenidas con FA (basadas en la información contenida en el espectro completo) es diferente de la obtenida por la simple relación entre los picos.

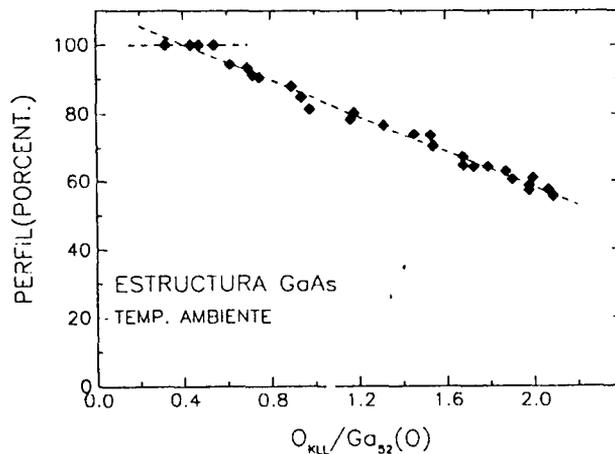


Figura 4: Evolución del GaAs puro obtenido del FA.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por CONICET (*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*) a través del PID 3-75300/88 y la Fundación Antorchas a través del subsidio 11790.

### REFERENCIAS

1. R.Vidal y J.Ferrón, *Appl.Surf. Sci.*, **31**, (1988). 263 - 276.
2. M.Alonso y F.Soria, *Surf. Sci.*, **182**, (1987) 530-544.
3. G.Landgren, R.Ludeke, J.F.Morar, Y.Jugnet y F.J.Himpsel, *Phys. Rev. B* vol. **30**, num.8, (1984) 4839-4841.

CEILAP  
CITEFA CONICET  
ZUFRIATECO  
1603  
REPUBLICA