



REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS UNIVERSIDAD JAVERIANA

CONTENIDO

EDITORIAL	7
TRABAJOS DE INVESTIGACION	9
Comparación citogenética de dos poblaciones de <i>Aedes aegypti</i> en Colombia: Felio Bello, Bertha Ospina de Dulce, Alejandro Giraldo y Sofía Duque	11
Análisis limnológico y concentración de biocidas en peces de los ríos Ariari, Guayuriba, Humea y Meta: John Ch. Donato	29
Perfil lipídico en pacientes renales crónicos hemodializados: Martha Guerra de Muñoz y Ernesto Pachón M.	55
Contribución a los estudios en anélidos Glossoscolécidos de Colombia. Morfología y anatomía de <i>Martiodrilus crassus</i> : Giovanni M. Iafrancesco V. y Edith Portella	65
Tabla de desarrollo del estado metamórfico en <i>Hyla labialis</i> : Eliseo Ladino e Irma Colmenares de Escamilla	85
Anillos de Boole: Carlos Ruiz S.	101
Disminución de danlings bonds sin oxidación: Alfonso Suárez G.	133
Flavonas metoxiladas de tres especies del género <i>Eupatorium</i> : Rubén D. Torrenegra, Julio A. Pedrozo, Alvaro Roza y Jorge E. Robles	141
REVISIONES	153
Presencia de <i>Achirus novoae</i> Cervigón (Pisces: Soleidae) en la Orinoquía Colombiana: Germán Galvis y José I. Mojica	155
RESUMENES DE TESIS	161
INSTRUCCIONES PARA LA PRESENTACION DE ARTICULOS	180

DISMINUCION DE DANLING BONDS SIN OXIDACION (1)

Alfonso Suárez Gómez (2)

RESUMEN

Se midió la variación de la señal de Resonancia Paramagnética Electrónica en el tiempo, de cuatro películas de SiO_x con diferentes espesores, producidas durante la misma evaporación. Aunque el decaimiento en el tiempo de la concentración de spines es más bajo en el condensador Cr-Au- SiO_x -Au (película Nº 2), 22.77% en ocho días, comparado con la película de SiO_x (película Nº 1), 42% en el mismo tiempo, lo cual era de esperarse, no ocurre así con la concentración de spines de la película de SiO_x -Au (película Nº 4), cuya concentración disminuyó en un 45.04% en el mismo tiempo. Esto nos sugiere, especialmente esta última película, que la disminución de la concentración de spines no es atribuible a oxidación, y por tanto refuerza la tesis de que la señal observada proviene de un electrón desapareado del silicio, el cual actúa como un centro para la emisión Poole-Frenkel durante la conducción d.c.

La concentración de spines fué proporcional al espesor de las películas.

(1) Presentado al Cuarto Simposio Latinoamericano de Física de superficies, películas delgadas y partículas pequeñas. Caracas-Venezuela.

(2) Magister Scientiae en Física. Departamento de Física, Pontificia Universidad Javeriana.

ABSTRACT

Measurement of electron paramagnetic resonance signal variation of four SiO_x films produced during the same evaporation time and having different thickness was made. Although spin concentration decay over time was lower in the Cr-Au- SiO_x -Au capacitor (film Nº 2) 22.77% in eighth days as compared with the SiO_x (film Nº 1). Wich decay was about 42% during the same time, decrease of spin concentration was observed as expected. This was not noticed in the fourth SiO_x -Au (film Nº 4), wich fully covered with a gold layer, showed a substancial decrease of spin concentration 45.04% in the same time. This suggests, especially for the last film, that oxidation is not the cause of spin concentration decay, and enhances the theory that the signal is due to unpaired silicon electron wich acts as a Poole-Frenkel emission during d. c. conduction. The spin concentration was proportional to the film thickness.

Palabras clave: Señal R.P.E. — Defectos estructurales.

INTRODUCCION

El monóxido de silicio es el material más importante entre los dieléctricos evaporados en la actualidad, por su amplio espectro de aplicaciones; electrónica, óptica, celdas solares, etc.

El monóxido de Silicio en forma de película delgada presenta una estructura amorfa. Dado el interés creciente en este tipo de material, se han empleado toda clase de técnicas para dilucidar sus propiedades, una de las más útiles ha sido la Resonancia Paramagnética Electrónica (R.P.E), que es una técnica no destructiva. El estudio por este método es doblemente interesante ya que fuera de la información que en sí nos brinda sobre la física de los semiconductores, el origen y las propiedades de la señal de R.P.E. son por sí mismas objeto de investigación.

Se cree que la conducción en el SiO depositado por evaporación se debe tanto a difusión de impurezas, incluyendo iones de Hidrógeno (3), como al tamaño de la emisión electrónica (4). La proporción de corriente transportada por iones y electrones está determinada por las condiciones de deposición cuyo parámetro fundamental es el cociente R/P_0 donde R = Rata de evaporación y P_0 = Presión parcial de Oxígeno.

Al parecer los centros que dan lugar al proceso de emisión Poole Frenkel son enlaces covalentes rotos, aniones (6), ya que se ha observado que la concentración de spines decae rápidamente aunque la película esté completamente recubierta por una capa de oro, la cual, por lo menos debería disminuir la oxidación apreciablemente.

METODO EXPERIMENTAL*

Se produjeron simultáneamente cuatro películas sin romper el vacío. En la primera película (Nº 1) el SiO fue evaporado directamente sobre vidrio; en la segunda (Nº 2) sobre el vidrio se depositaron dos capas, una de cromo y otra de oro, y sobre ésta el SiO, el cual se recubre con oro formando un condensador; para la tercera muestra (Nº 3) sobre el vidrio se evaporaron dos capas, una de cromo y otra de oro y finalmente el SiO, y para la cuarta muestra (Nº 4), directamente sobre el vidrio se evaporó el SiO y se recubrió con una capa de oro.

La rapidez de deposición fue diferente para las cuatro muestras (Tabla 1), la presión de 6×10^{-5} Torr, la temperatura del sustrato durante la evaporación fue del 150°C, medido con un termómetro Fe-Constantan, las medidas de R.P.E. fueron realizadas con un espectrómetro Varian V 4502 a la temperatura ambiente, las películas fueron envejecidas a la presión atmosférica y temperatura de 20°C, las concentraciones fueron medidas usando un patrón secundario de café tostado en forma laminar, dada la estabilidad de su señal (2).

* La parte experimental fue realizada en el Departamento de Física de la Universidad Nacional de Colombia.

RESULTADOS

Una buena señal de R.P.E. se detectó fácilmente a 300°K, el factor —g— de las muestras fué 2.00 y no cambió en las diferentes observaciones, la forma de la línea fué gaussiana cuyo ancho de línea decreció con el tiempo para las películas Nº 2, 3 y 4, y permaneció constante para la película Nº 1.

La concentración de spines fué proporcional al espesor de las películas y decreció con el tiempo. Entre los días 7 y 13 la concentración de spines decayó en un 42% para la película Nº 1; 22.77% para la Nº 2, 30.75% para la Nº 3, y 45.04% para la Nº 4, la cual a diferencia de las demás estaba totalmente recubierta por una capa de oro. (Tabla 1).

Tabla 1.

Concentración de spines y ancho de línea vs. tiempo

Tiempo (día Nº)*	5	6	7	13	
Película (Nº)	Spines	Spines	Spines	Spines	Espesor
1. SiO _x	2.83 x 10 ¹⁹	1.695 x 10 ¹⁹	1.695 x 10 ¹⁹	1.642 x 10 ¹⁹	1256.90
2. Cr-Au-SiO _x -Au	1.12 x 10 ¹⁹	9.84 x 10 ¹⁸	8.83 x 10 ¹⁸	8.649 x 10 ¹⁸	922,57
3. Cr-Au-SiO _x	1.08 x 10 ¹⁹	9.07 x 10 ¹⁸	8.367 x 10 ¹⁸	7.479 x 10 ¹⁸	899,25
4. SiO _x -Au	8.03 x 10 ¹⁸	7.9 x 10 ¹⁸	7.78 x 10 ¹⁸	4.413 x 10 ¹⁸	702,60
Ancho de línea	Gauss	Gauss	Gauss	Gauss	
1. SiO _x	8,73	8,73	8,73	8,73	
2. Cr-Au-SiO _x -Au	8,8	8,75	8,73	8,67	
3. Cr-Au-SiO _x	8,9	8,85	8,82	8,33	
4. SiO _x -Au	8,8	8,73	8,6	7,936	

* Número del día desde el día de la evaporación.

DISCUSION

El SiO condensado a baja temperatura presenta una densidad de centros incrementada unas cinco o diez veces en relación con el condensado a temperatura ambiente, esto muestra un defecto dependiente del proceso de fabricación que es identificado por Cornaz et al (1) como el orbital 3 p del silicio.

Adicionalmente según el mismo autor, cuando el silicio es calentado a 250°C o 300°C en una atmósfera de hidrógeno, la señal decrece rápidamente (1). Igualmente ocurre si el SiO es evaporado en una atmósfera de H₂, N₂ u O₂, explicándose esto por la fijación de dichos elementos al enlace no apareado del silicio (5).

Debido a que la concentración de spines fué mayor cuanto más altos los valores de R/P (6), podemos afirmar que la densidad de spines crece con el incremento de R/P debido a que hay más enlaces de silicio insatisfechos; el envejecimiento de las muestras a presión atmosférica muestra que la difusión del oxígeno en las películas crece como R/P decrece, y en la misma proporción decrece el número de enlaces insatisfechos. Esto está de acuerdo con el corrimiento del pico principal de absorción infrarroja en el envejecimiento.

Lo anterior nos brinda bastante evidencia en favor de los defectos estructurales. Esto, aunado a la disminución de spines en películas de SiO_x , que han sido protegidas totalmente con un recubrimiento de oro; nos sugiere la existencia de algún mecanismo de reordenamiento, ya que ésta disminución de spines no es atribuible a oxidación.

CONCLUSIONES

Se puede pensar en la existencia de las cadenas (1) Si -O- Si conectadas por algunos enlaces no saturados de Si — Si como causantes de la señal de R.P.E. las cuales son muy comunes en la mayoría de los silicatos.

A mayores valores de R/P se obtienen películas más estables.

En nuestro caso la señal proviene de defectos estructurales, no de impurezas (5). La saturación de los enlaces no se debe únicamente a oxidación, debe existir algún mecanismo de reordenamiento que no necesita ningún tipo de energía externa.

LITERATURA CITADA

1. CORNAZ, P., M. CHOFFAT, M. PAROT et J. P. BOREL. (1965). Etude par resonance electronique Dún centre paramagnetique dans le monoxide de silicium amorphe. Proc. Intern. Conf. on phys noncrystaline solids. Delft, 207-214.
2. DIAZ, J. (1977). Análisis de las propiedades físico-químicas del Café por medio de espectroscopía de resonancia magnética, Bogotá. Universidad nacional de Colombia, 46.
3. MORLEY, A.R. and D.S. CAMPBELL. (1968). Annealing behaviour in vaccum deposited films of silicon oxide. Thin Solids Films. Switzerland, 2: 403-411.
4. SERVINI, A. and K. KONSCHER. (1969). Electrical conduction in evaporated silicon oxide films. Thin Solid Films. Switzerland, 3: 341-365.

5. SUAREZ, A. (1983). Estudio de las propiedades paramagnéticas de películas de óxido de silicio por resonancia paramagnética electrónica. Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
6. TIMPSON, P.A. and C.A. HOGARTH. (1971). An electron spin resonance study of reactively evaporated silicon oxide. *Thin Solid Films*, Switzerland, 8: 237-243.