

"CRECIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE ÓXIDOS TÉRMICOS"

AMANECER MARTINEZ-PEÑA¹, JOSÉ HOLGUÍN-MOMACA², CARLOS ORNELAS-GUTIÉRREZ³, OSCAR SOLÍS-CANTO³

[1] DEPARTAMENTO DE METAL-MECÁNICA, INGENIERÍA EN MATERIALES, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SALTILLO, BLVD. VENUSTIANO CARRANZA #2400, COLONIA TECNOLÓGICO, SALTILLO COAHUILA.

[2] DEPARTAMENTO DE FISICA DE MATERIALES, CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES AVANZADOS, MIGUEL DE CERVANTES #120, CHIHUAHUA, CHIHUAHUA.

[3] LABORATORIO NACIONAL DE NANOTECNOLOGÍA, CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES AVANZADOS, MIGUEL DE CERVANTES #120, CHIHUAHUA, CHIHUAHUA.

Objetivo

Obtener una estandarización de variables para el proceso de oxidación térmica por vía seca del silicio con el fin de producir una barrera térmica de espesor nanométrico.

1.- Introducción.

Actualmente el desarrollo de la micro y nano caracterización se encuentra en un auge importante debido el desarrollo de nuevos materiales y nuevas aplicaciones. Las barreras térmicas, son capas dieléctricas cuya función es proporcionar un soporte con buena estabilidad química y térmica a un sistema de uno o mas materiales en forma de película delgada. El desarrollo de estos materiales ha permitido nuevas y mejores herramientas de caracterización y procesamiento en el campo de la tecnología y fabricación de circuitos integrados (CI) y dispositivos discretos [1].

3.-Resultados

Microscopía de Fuerza Atómica (AFM), MFP-3D Infinity



El dióxido de silicio (SiO₂), ha representado para dicho crecimiento tecnológico un papel de gran relevancia debido a ventajas tales como fácil producción, interfaces de alta calidad y alta adherencia, gran estabilidad térmica y eléctrica, estas últimas siendo altamente controlables y reproducibles , así como la función de máscara para la difusión de las impurezas más comunes en el procesamiento del silicio [2].

El desarrollo de óxidos térmicos en base a SiO₂ sintetizados en el CIMAV, con el fin de emplearlos en sistemas multicapa platino-dióxido de silicio-silicio (Pt/SiO₂/Si) permitirá una disminución de costos de inversión en este tipo de sistemas , por lo que investigaciones científicas que requieran de esta clase de soportes tipo barrera térmica podrán ser realizadas disminuyendo la dificultad de acceso a este tipo de materiales, causado por los altos costos ofertados por proveedores extranjeros.



Fig.1 Proceso de difusión del oxigeno [2]



Fig. 2 Proceso de oxidación, [3]

2.- Proceso experimental

Corte de obleas de Si

enfriamiento. Cerrai

Oxígeno.





Fig. 3 Modelo matemático de Deal-Grove,

que describe la dependencia del espesor

del óxido con el tiempo [1].

Oxidación térmica de la muestra en el Horno Tubular Al Vacío

muestra

Tiempo de Oxidación Flujo De Oxigeno Temperatura Presión





AFM

Fig. 5 Micrografías obtenidas por AFM

Microscopía Electrónica de Transmisión (Modo STEM), JEM 2200FS+CS



Fig. 6 Micrografía de muestra de 24 horas



Spectrum	Atomic % C	Atomic % O	Atomic % Si	Atomic % Cu	Atomic % Ga	Atomic % Au
1	<i>,,,,</i> ,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,		97.32	2.68	// Gu	70 710
2		51.49	46.03	2.48		
3	20.58			39.01	2.61	37.81
4	93.01			1.58	5.41	
4	55.01			1.50	3.41	





Gráfica 2.- Espesor de las muestras de 12, 18 y 24 horas.

	Espesor óxido térmico	Rugosidad		
Muestra	(nm)	r _{ms} (nm)		
Testigo	E	0 09700		
(Silicio)	J	0.08799		
12 Hrs.	147.46	0.18687		
18 Hrs.	153.83	0.14439		

Muestra	(Horas)	(l/min)	(°C)	(Torr)
1	24	1	1100	80
2	18	1	1100	80
3	12	1	1100	80

Tabla 1.- Parámetros Experimentales



Caracterización

Fig. 7 Micrografía de muestra de 24 horas, vista de interface SiO₂-Si

225.89 24 Hrs. 0.66628

 Tabla 3.- Espesores y rugosidades de las muestras de 12, 18 y 24 horas.

4.-Conclusiones

Dados los resultados obtenidos, el proceso experimental es evaluado como viable y exitoso, así mismo las características físicas de la capa de óxido de silicio presentan una superficie homogénea respecto a su rugosidad; en las muestras correspondientes a 12 y 18 horas se observaron los menores valores de rugosidad superficial.

De igual manera los resultados observados en Microscopía Electrónica de Transmisión, mostraron una capa homogénea a lo largo de su espesor y excelente adherencia, de acuerdo a lo reportado en la literatura [4]. Se obtuvo un espesor máximo de 225.89 nm en la oxidación a 24 hrs. En base a estos resultados se puede esperar un buen desempeño del dióxido de silicio presente en las muestras realizadas como una barrera térmica en el sistema Pt/SiO₂/Si.

5.-Trabajo a Futuro

* Deposición de platino en las obleas de SiO₂/Si y su caracterización morfológica y superficial.

* Realización de un tratamiento térmico al sistema Pt/SiO2/Si para evaluar su desempeño con respecto a su difusión, propiedades eléctricas, térmicas, etc.

6.- Agradecimientos

A mis padres, al Instituto Tecnológico de Saltillo, al Centro de Investigación En Materiales Avanzados y al M. C. Pedro Piza Ruiz por su valiosa colaboración en la elaboración de este proyecto.



7.-Referencias

- 1. Estève, A., Rouhani, M. D., & Estève, D., Charge transfer: A key issue in silicon thermal oxidation growth. Computational Materials Science, 24(2002), 241–245. https://doi.org/10.1016/S0927-0256(02) 00201-X
- 2. Sarti, G. C., Santarelli, F., & Camera, G., Kinectics Of Thermal Growth Of Thin Silicon Oxide Films. *Chemical Engineering Science*, 41 (1986) 2699–2705.
- . Uematsu, M., Gunji, M., Tsuchiya, M., & Itoh, K. M., Enhanced oxygen exchange near the oxide/silicon interface during silicon thermal oxidation. Thin Solid Films, 515 (2007) 6596–6600. https:// doi.org/10.1016/j.tsf.2006.11.052
- . Massoud, H. Z. (1985). Thermal Oxidation of Silicon in Dry Oxygen: Growth-Rate Enhancement in the Thin Regime. Journal of The Electrochemical Society, 132(11), 2693. https:// doi.org/10.1149/1.2113649