



# Title: Películas de SRO-HFCVD como dieléctrico en estructuras MIS y sus propiedades eléctricas

**Authors:** MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, Haydee Patricia, LUNA-LÓPEZ, José Alberto, HERNÁNDEZ-DE LA LUZ, José Álvaro David y CASCO-VASQUEZ, José Federico

Editorial label ECORFAN: 607-8695  
BCIERMMI Control Number: 2020-04  
BCIERMMI Classification (2020): 211020-0004

Pages: 12  
RNA: 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**  
143 – 50 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: contacto@ecorfan.org  
Facebook: ECORFAN-México S. C.  
Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua



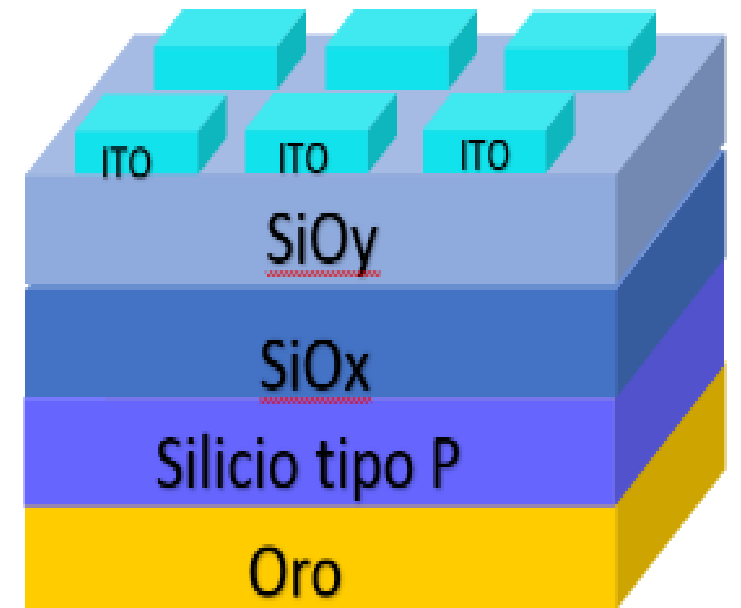
ECORFAN®



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

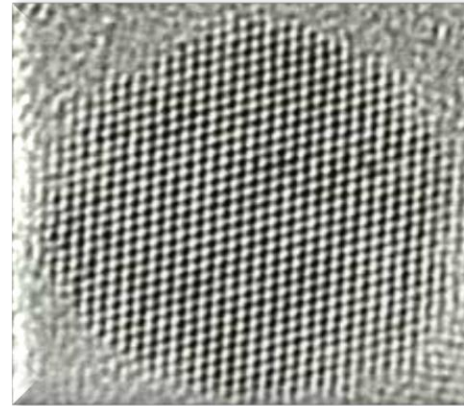
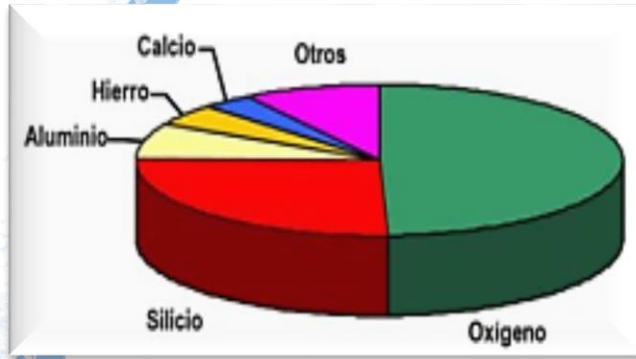
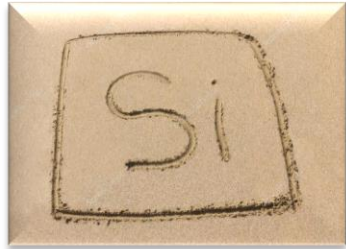
# Contenido

- Introducción
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones
- Referencias

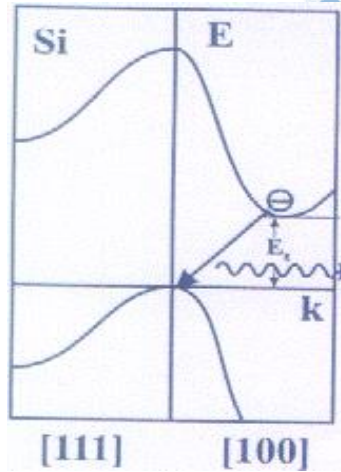




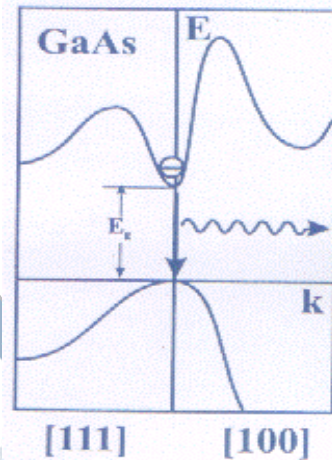
# Introducción



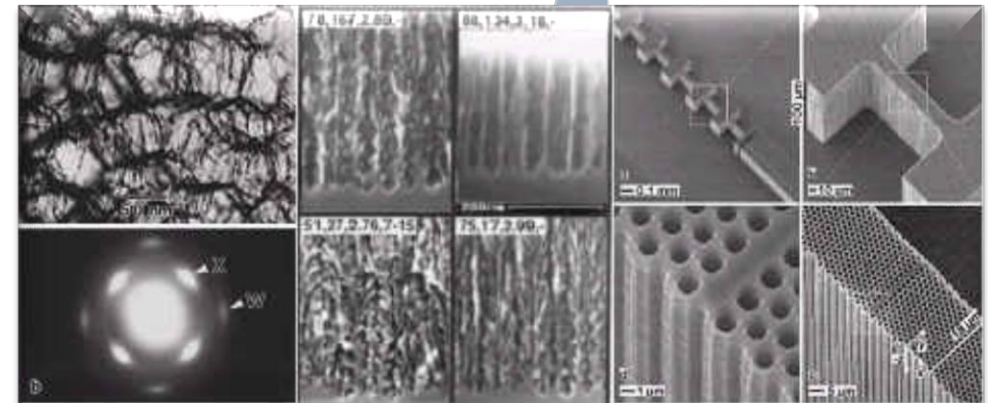
DiMaria [1] SRO



Silicio



Arsenuro de Galio



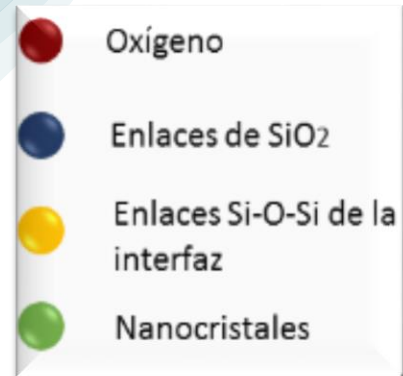
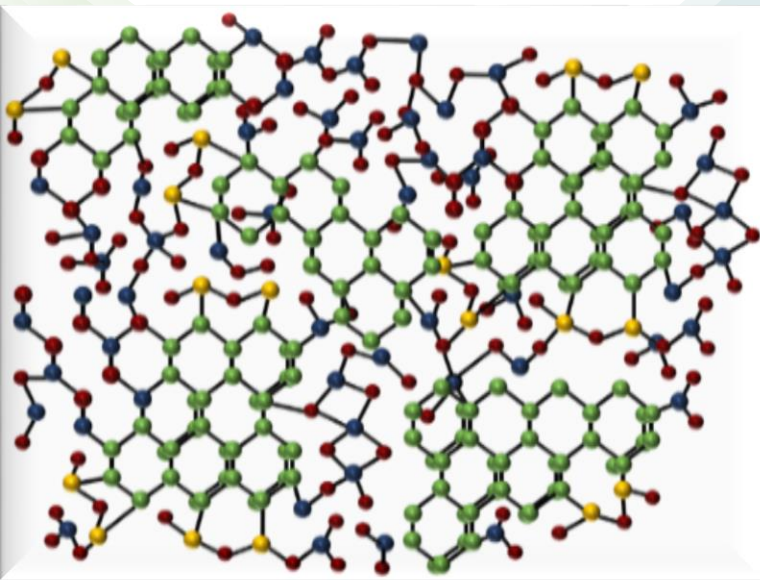
Leigh Canham [2]. Silicio poroso



ECORFAN®

# Introducción

## Oxido de Silicio no estequiométrico o SRO



## Técnicas de depósito del SRO

(SITO) Óxidos Térmicos Implantados con Silicio

Sputtering Pulverización catódica

(PECVD) Depósito Químico en Fase Vapor Asistido por Plasma

(LPCVD) Depósito Químico en Fase Vapor a Baja Presión

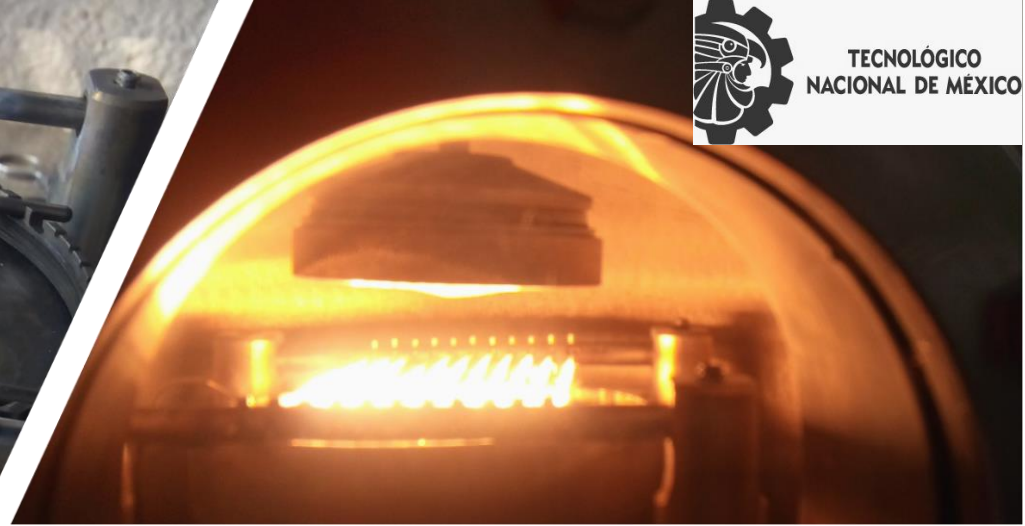
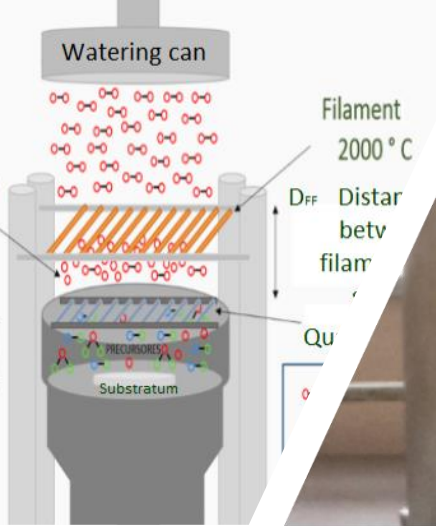
**(HFCVD) Depósito Químico en Fase Vapor por Filamento Caliente**





ECOREFAN®  
ON TREATMENT

$D_{fs}$  Distance between source and substrate



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

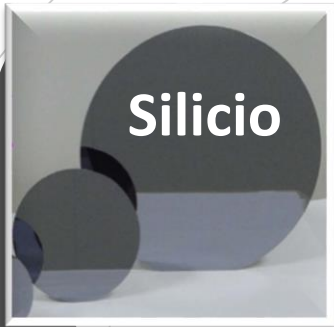


# Introducción



# Metodología

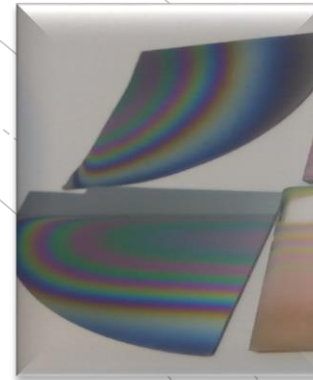
## Selección del material



## Proceso de limpieza CMOS



## Depósitos de SRO SRO<sub>25</sub> y SRO<sub>100</sub>



Temp.: 650°C  
Dist. 8mm.  
3 min  
 $F_H =$  de 25 sccm  
 $F_H =$  de 100 sccm

## Tratamiento térmico

Temperatura: 1100 °C  
Flujo de nitrógeno  
Tiempo de depósito:  
60 mins







# Metodología

## CONTACTOS

Superiores

Posteriores

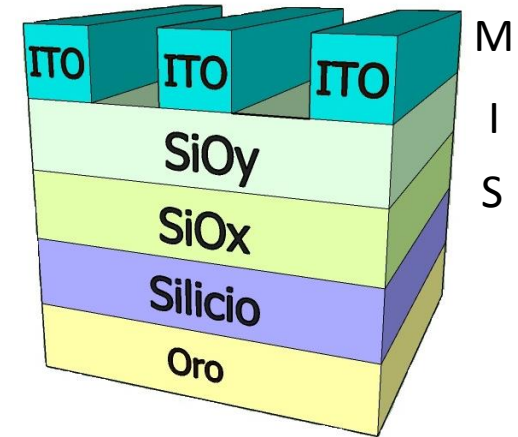
## Fabricación de estructuras AU/SRO/Si/ITO

Óxido conductor transparente (TCO)

Metal

Óxido de estaño dopado con indio (ITO)

Oro



M  
I  
S



ECORFAN®

# Resultados



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

*Tabla 1. Espesores, índices de refracción y excesos de silicio de las películas SRO.*

Del tipo (V)			
Muestra	Espesor nm	Índice de refracción $\eta$	Exceso de Silicio %
Si/SRO <sub>25</sub>	322.9	2.46±0.03	9.9
Si/SRO <sub>100</sub>	319.6	2.03±0.35	10.6
Si/SRO <sub>25/100</sub>	592.3	1.46±0.06	
Si/SRO <sub>100/25</sub>	578.9	1.51±.002	
Del tipo (T-T)			
Muestra	Espesor nm	Índice de refracción	Exceso de Silicio %
Si/SRO <sub>25</sub>	296.3	1.30±0.04	5.5
Si/SRO <sub>100</sub>	283.5	1.02±0.08	5
Si/SRO <sub>25/100</sub>	583.3	1.43±0.31	
Si/SRO <sub>100/25</sub>	560.5	1.05±0.65	



Posición	Mecanismos de emisión
Desde 1.77 a 1.24 eV Infrarojo [3-5]	(CLI) Centros Luminescentes localizados en la interfaces de nc-Si/SiO <sub>2</sub>
Desde 1.99 a 1.77 eV Rojo [2-5]	(QC) Efecto de confinamiento cuántico con la interacción en la interfaz de los nc-Siy la matriz de óxido.
Desde 2.2 a 1.99 eV Naranja y Rojo [3-6]	(NBOHC) Centros huecos de oxígeno no enlazado y centros E' ≡ Si-O•O≡Si+
Desde 2.51 a 2.07 eV Verde y Amarillo [2-6]	(Eδ') Vacancias de oxígeno cargados positivamente
Desde 2.72 a 2.51 eV Azul [3-6]	(NOV) (O ≡ Si-Si ≡ O) Vacancias neutrales de oxígeno
Desde 3.17 a 2.72 eV Violeta [3-6]	(WOB) Enlaces débiles de oxígeno

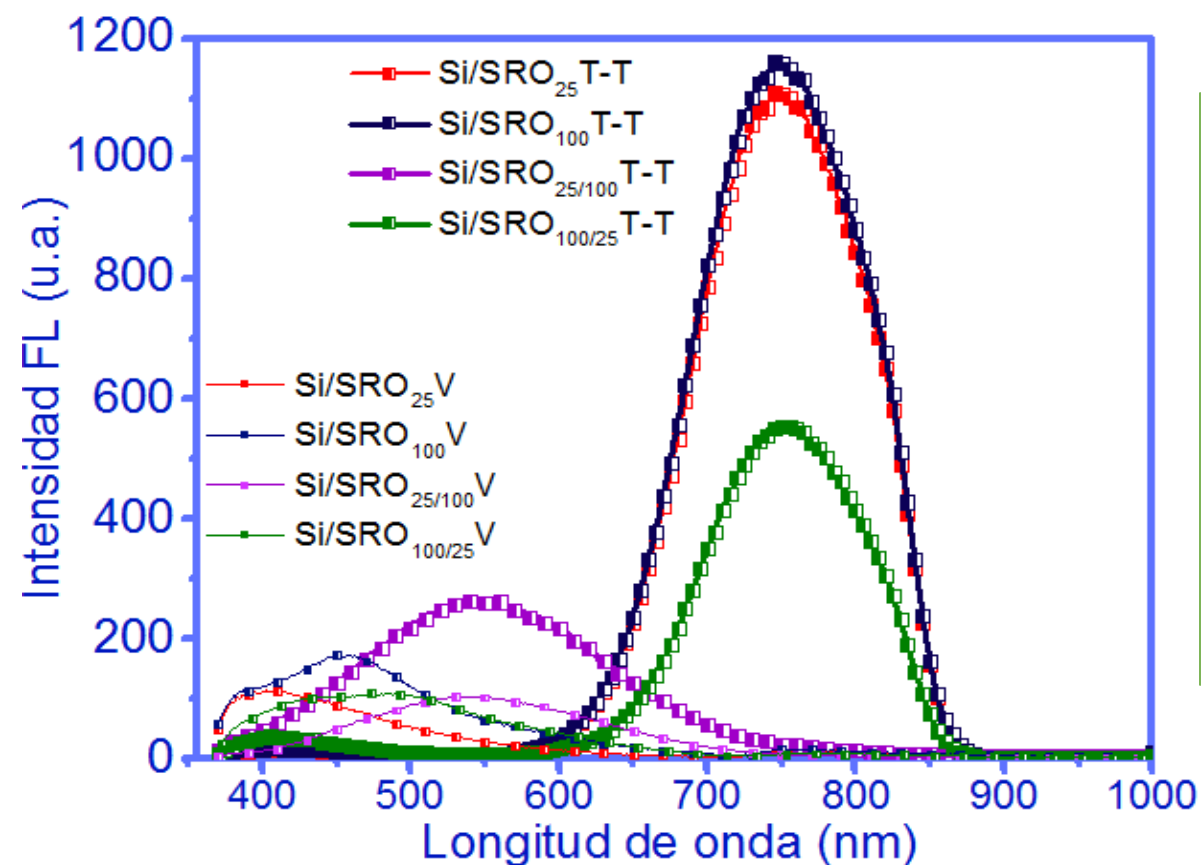


Figura 2. Fotoluminiscencia de películas de una capa y doble capa de SRO<sub>V</sub> y TT.



# Resultados

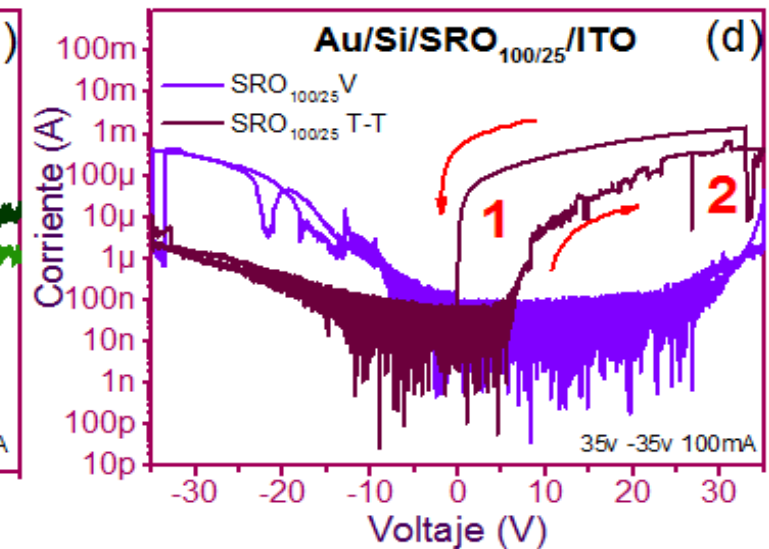
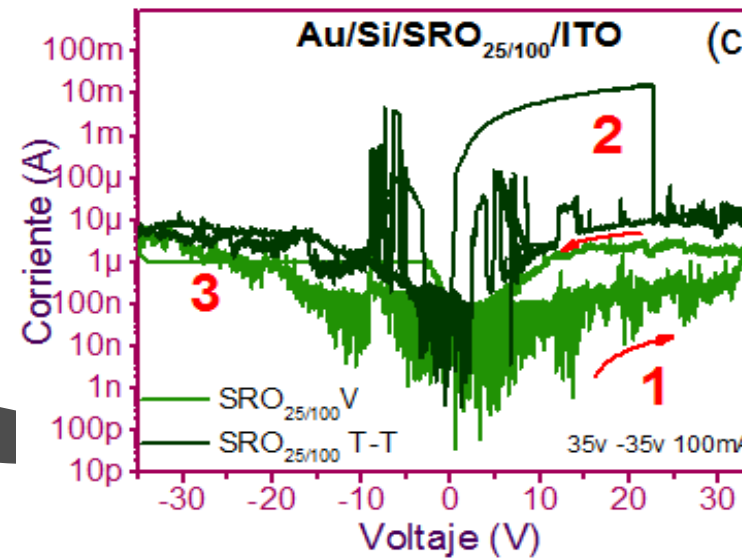
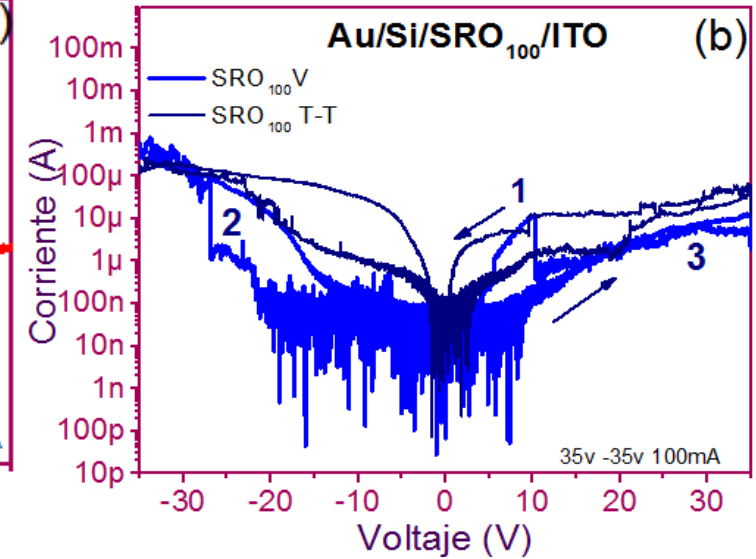
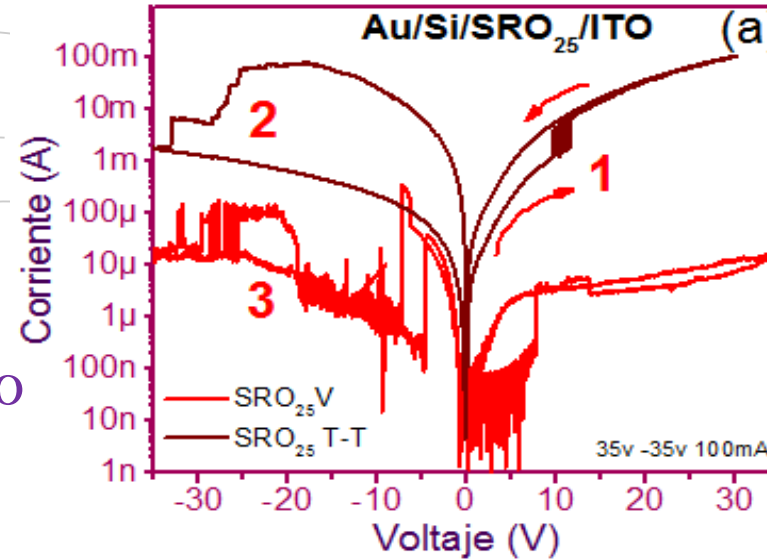


**Figura 3.** Curvas pristinas I-V de las estructuras MIS de películas sencilla y doble de SRO  $V$  y  $TT$ .

1.- Atrapamiento de carga

2.- Bloqueo Coulómbico

3.- Resistencia diferencial negativa (RDN)



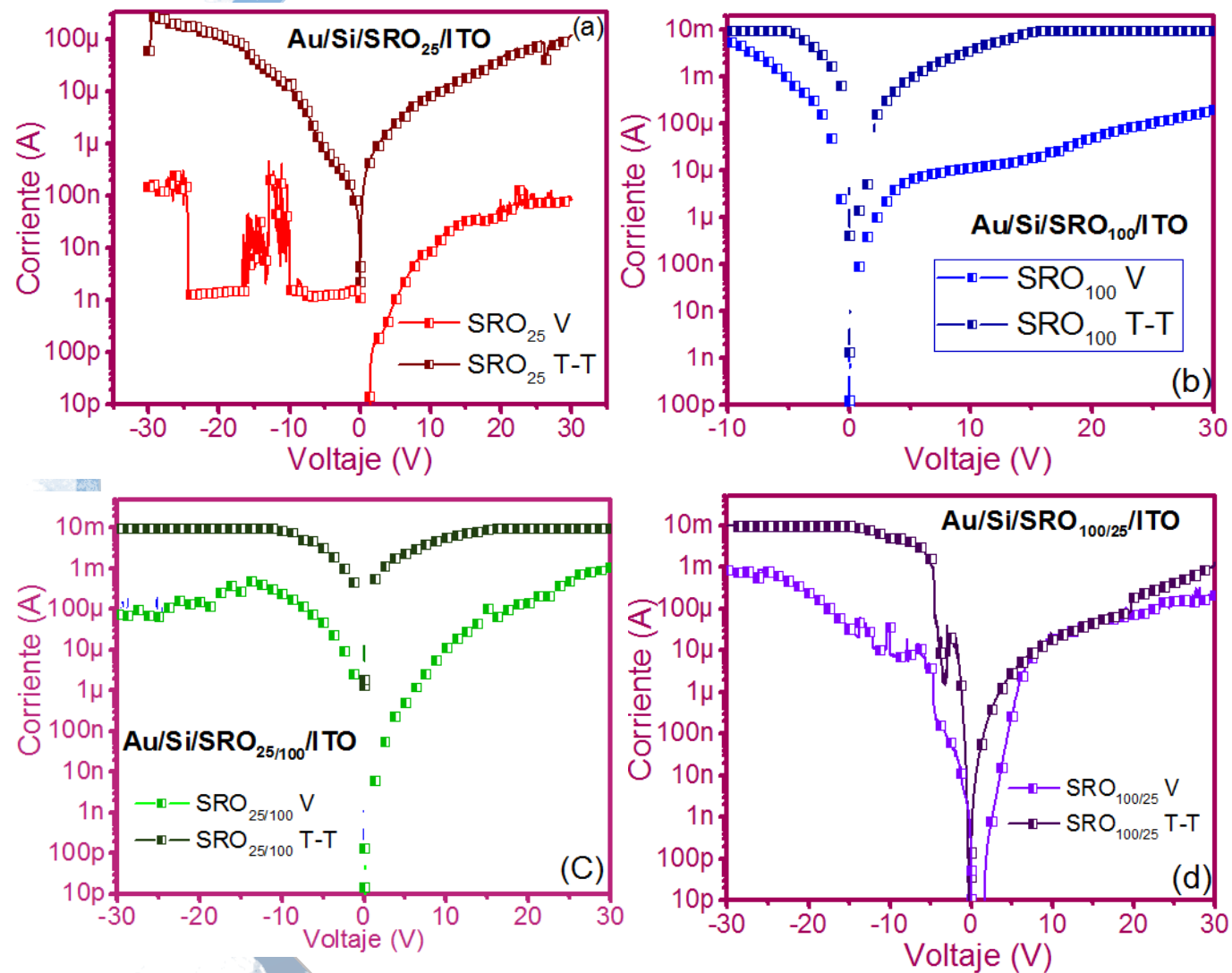


CONAFAN®

# Resultados



INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



**Figura 4.** Curvas I-V de las estructuras MIS de película sencilla y doble de SRO<sub>V</sub> y TT.







# Conclusiones

El análisis electro-óptico de las estructuras MIS muestra que están conformadas por películas nanométricas de SRO-HFCVD sencillas y dobles sin y con tratamiento térmico, las cuales muestran efectos luminiscentes en regiones del espectro que son de interés tecnológico.

Con estos resultados podemos inferir que el sistema HFCVD utilizado para obtener películas de SRO con excelentes propiedades ópticas y estructurales resulta ser una relevante alternativa.

Las estructuras de doble película de SRO mejoran la respuesta fotoluminiscente en comparación con las de película sencilla.

Así mismo, las propiedades eléctricas de las estructuras cuantificadas a través de la conductividad eléctrica mejoran cuando las películas con alto contenido de exceso de silicio fueron intercaladas como películas emisoras, generando estructuras MIS con curvas I-V características, en las cuales se han observado fenómenos eléctricos peculiares debido a la compleja estructura molecular de las películas-SRO los cuales no están presentes en materiales dieléctricos homogéneos ordinarios, y estos son: anulación de caminos conductivos en el material, brecha de bloqueo Coulómbico y resistencia diferencial negativa (RDN).

- [1] Benítez-Lara, A. et al., (2015). Silicon rich oxide powders by HWCVD: Its optical and morphological properties. *Adv. Powder Technol.* 26, 163–168.
- [2] H. P. Martínez-Hernández, et al., (2020). Spectroscopic and Microscopic Correlation of SRO-HFCVD Films on Quartz and Silicon. *Crystals* 2020, 10, 127; 19.
- [3] Valerdi, D.E.V.; et al., (2014). Twofold SiO<sub>x</sub> Films deposited by HFCVD: It is Optical, Compositional and Electrical Properties. *Procedia Eng.*, 87, 168–171.
- [4] DiMaria, et al., (1983). Charge transport and trapping phenomena in o<sub>2</sub>-stoichiometric silicon dioxide films. *J. Appl. Phys.* 1983, 54, 5801–5827.
- [5] Canham, L. T. (1990). Silicon quantum wire array fabrication by electrochemical and chemical dissolution of wafers. *Appl. Phys. Lett.* 57, 1046
- [6] E. Quiroga, et al., (2009). Structural characteristics of a multilayer of silicon rich oxide (SRO) with high Si content prepared by LPCVD, *Phys. Status Solidi A*, 206, n° 2, 263-269.
- [7] Chang, Y. F., et al., (2014). Intrinsic SiO<sub>x</sub>-based unipolar resistive switching memory. I. Oxide stoichiometry effects on reversible switching and program window optimization. *Journal of Applied Physics*, 116(4), 043708.
- [8] Wang, Y., et al., (2013). Resistive switching mechanism in silicon highly rich SiO<sub>x</sub> ( $x < 0.75$ ) films based on silicon dangling bonds percolation model. *Applied Physics Letters*, 102(4), 042103.
- [9] Zhou, F., et al., (2015). Stabilization of multiple resistance levels by current-sweep in SiO<sub>x</sub>-based resistive switching memory. *Applied Physics Letters*, 106(6), 063508.
- [10] Wang, Y., et al., (2014). The x dependent two kinds of resistive switching behaviors in SiO<sub>x</sub> films with different x component. *Applied Physics Letters*, 104(1), 012112.
- [11] Fu-Chien Chiu (2014) A Review on Conduction Mechanisms in Dielectric Films
- [12] J. Juvert, et al., (2009) Electroluminiscencia bajo tensión continua de dispositivos MOS basados en nanocrsitaes de silicio obtenidos por LPCVD.
- [13] J. Alberto Luna López, et al., (2003) “Efecto de la Carga Atrapada obtenida mediante Inducción de Alto Voltaje en la Fotocorriente del Dispositivo Al/SRO/Si”, publicado en las Memorias del Congreso de Ingeniería Eléctrica CIE2003. Pag.177-180, CINVESTAV, 3 al 5 de septiembre del 2003.
- [14] Zhenrui Yu, et al., (2003), Charge trapping phenomenon in Al/SRO/Al on Si structure by lateral electrical stress”, *Superficies y Vacío*, Vol 16(4), pp.25-29.
- [15] H Hielsher et al., (1969). “Non equilibrium C-V and I-V Characteristics of Metal-Insulator-Semiconductor Capacitors, *Solid State Electronics*, Vol. 22, pp.



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)