



2nd International Symposium on Master Engineering *Booklets*



RENIECYT - LATINDEX - EBSCO - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - Google Scholar DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Implementation of electrophoretic deposition for the design and manufacture of anodes for third generation solar cells

Authors ZAPATA-CRUZ, José Roberto

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BIMES Control Number: 2022-21
BIMES Classification (2022): 231122-0021

Pages: 31
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

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

Contenido

- Introducción
- Metodología
 - *Caracterización TiO₂
 - *Caracterización ZnO
 - *Caracterización SnO₂

- Experimentación y resultados
 - *Resultados TiO₂
 - *Resultados ZnO
 - *Resultados SnO₂

- Conclusiones y trabajo a futuro

Introducción



El incremento poblacional y las mejoras tecnológicas han resultado en un aumento a la demanda de la energía eléctrica, lo que trae consigo una crisis energética. Para tratar de aminorar los problemas energéticos se está llevando a cabo una intensa investigación para el desarrollo de tecnologías nuevas o alternas.



Introducción

Las celdas solares han llamado la atención ya que es posible generar electricidad a partir de luz solar. Sin embargo, hasta hoy estos dispositivos presentan eficiencias bajas como para reemplazar a las actuales tecnologías de generación de electricidad.

- Para mejorar el costo-beneficio de las celdas solares es necesario desarrollar ánodos y cátodos más eficientes.



Justificación

Se propone la implementación de la deposición electroforética (DEF) para el desarrollo de ánodos recubiertos por medio de esta técnica, ya que en los últimos años ha crecido el interés y el uso, tanto en el mundo académico como en el sector industrial, debido a su eficiencia y bajo costo.



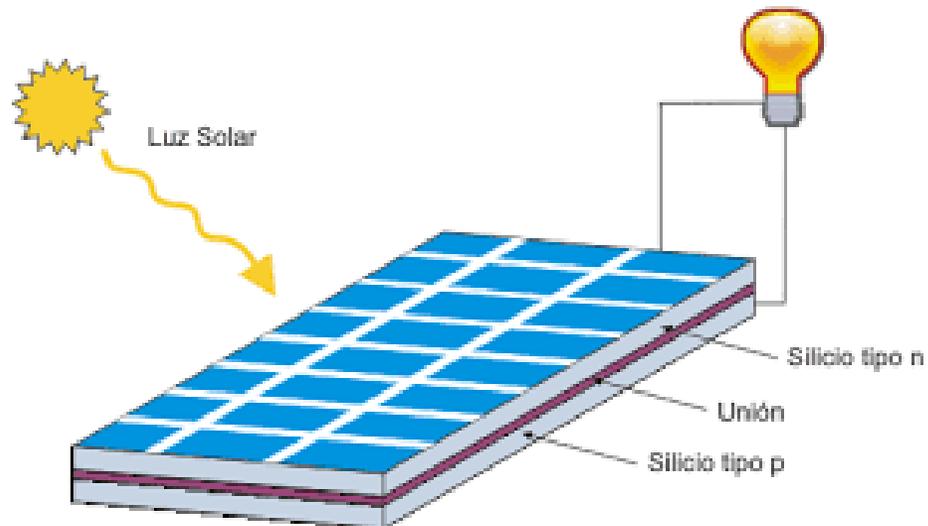
Objetivos

Optimizar la eficiencia de los ánodos de las celdas solares de tercera generación por medio de la implementación de la técnica de deposición electroforética.

- ❖ Desarrollar un diseño de experimentos, que contengan las variables más importantes a estudiar, para aumentar las propiedades eléctricas y microestructurales de los ánodos.
- ❖ Obtener ánodos eficientes mediante la deposición electroforética.
- ❖ Caracterizar físico-químicamente los recubrimientos previamente obtenidos por medio de microscopia electrónica de barrido y la difracción de rayos X.
- ❖ Caracterizar electroquímicamente para determinar la curva característica de voltaje-corriente de la celda solar.

Principio de funcionamiento de una celda solar

Las celdas solares son dispositivos que convierten la energía solar (fotones) en energía eléctrica, mediante el efecto fotovoltaico. La configuración básica de estas consiste en un semiconductor de dos capas, una tipo-p y tipo-n, que producen una diferencia de potencial al incidir los rayos solares.



Principio de operación de la celda solar sensibilizada por colorante (CSSC)

(A) Ánodo recubierto con oxido de estaño dopado con flúor.

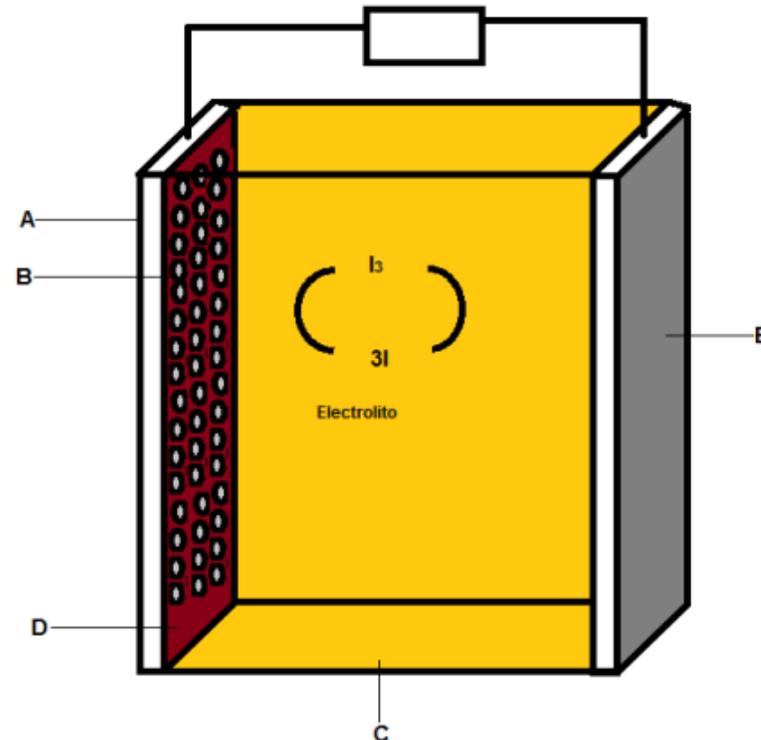
(B) Capa semiconductora de partículas TiO_2 .

(C) Electrolito

(D) Colorante N719 absorbido en la superficie de nano partículas de TiO_2 , ZnO , SnO_2 .

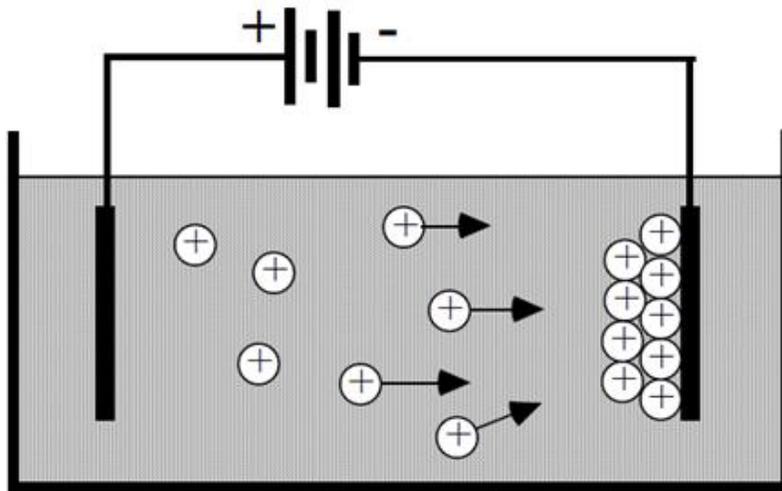
(E) Cátodo recubierto de película delgada de Pt.

Las celdas solares son dispositivos que convierten la energía solar (fotones) en energía eléctrica, mediante el efecto fotovoltaico. La configuración básica de estas consiste en un semiconductor de dos capas, una tipo-p y tipo-n, que producen una diferencia de potencial al incidir los rayos solares.

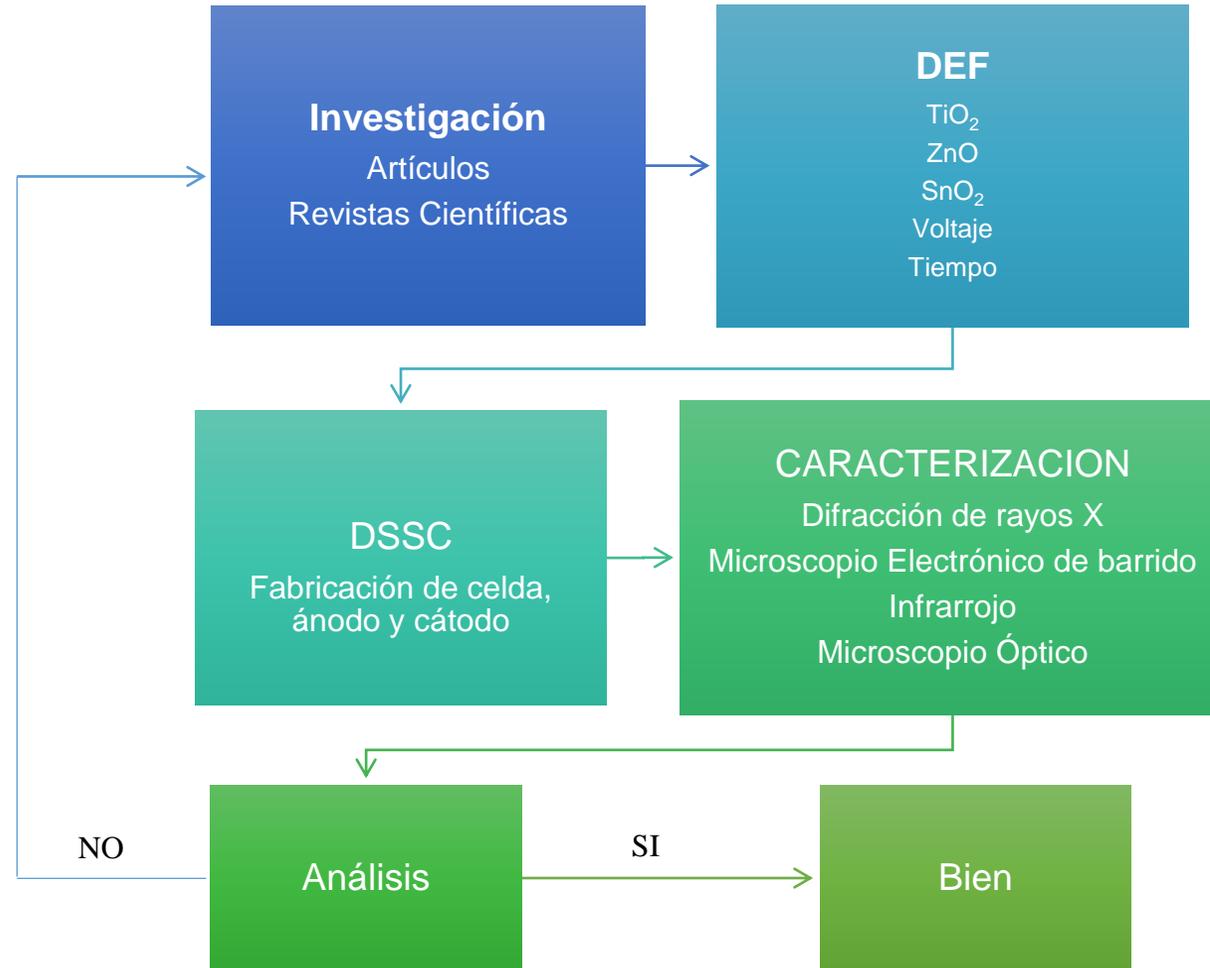


Deposición electroforética

La deposición electroforética es el proceso mediante el cual se procede a depositar partículas en suspensión al aplicar un campo eléctrico, las cuales se dirigen y depositan en uno de los electrodos con carga opuesta. Las partículas se mueven y se aglomeran formando una densa capa en el electrodo



Metodología



Caracterización

Proceso de deposición electroforética



Chroma PROGRAMMABLE AC SOURCE Model 61604



Caracterización

Estos pasaron a ser sinterizados en el horno a una temperatura de 400 °C durante una hora.



Ánodo obtenido



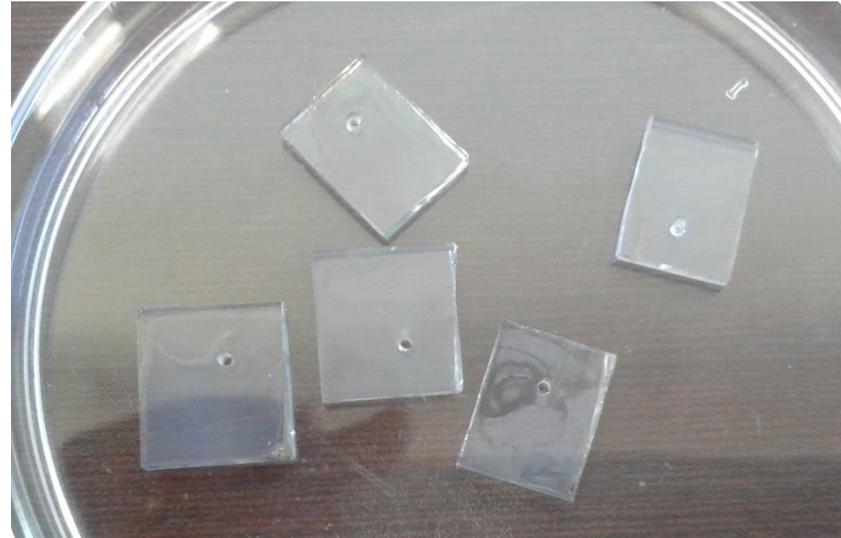
Caracterización

Ánodo retirado del colorante N719



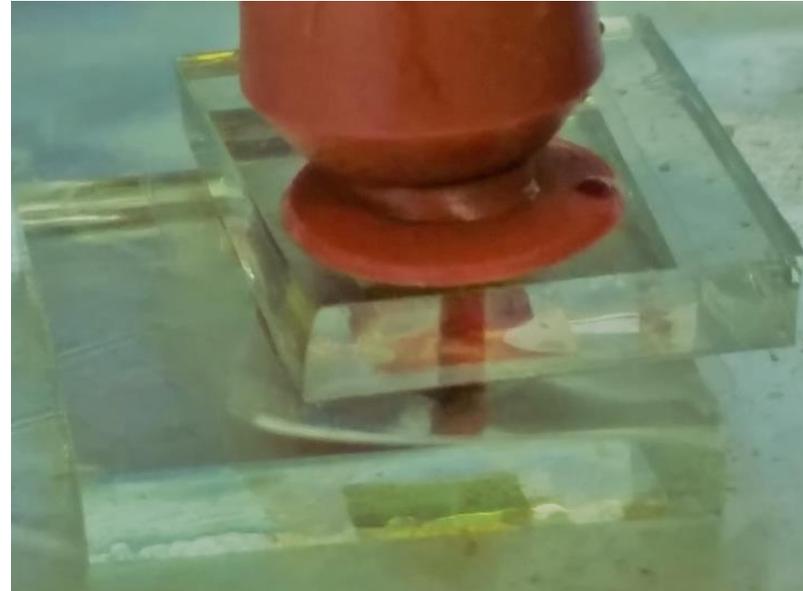
Caracterización

Platinizado de los contra electrodos, pasaron a ser sinterizados a 450 °C en una hora



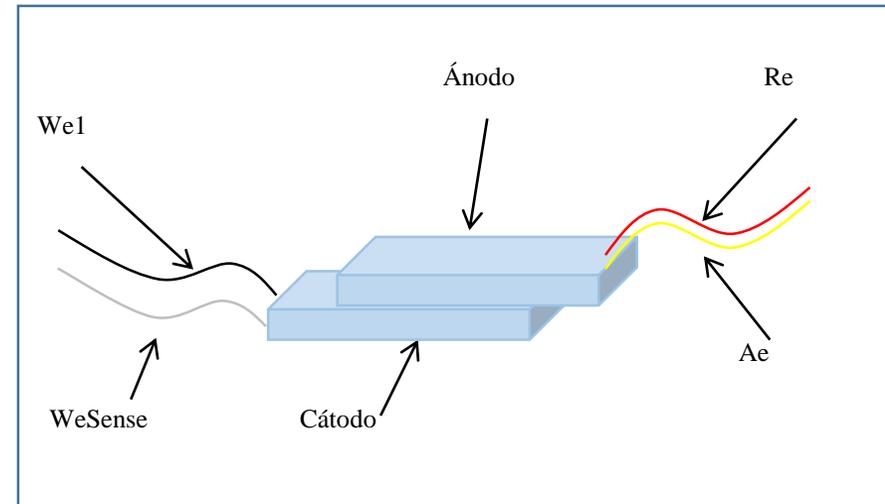
Caracterización

Inyección del electrolito



Caracterización

Caracterización eléctrica de la celda terminada para la curva V-J con el potencióstato Gill AC ACM Instruments



Experimentación Preliminar



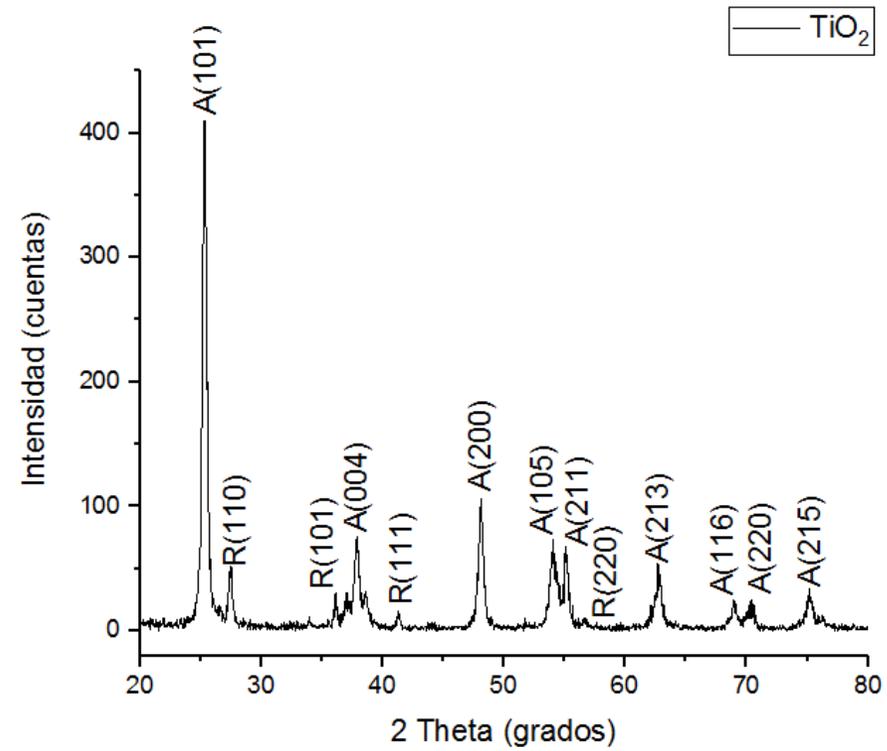
Solución	Voltaje (V)	Tiempo (min)
TiO ₂ -metanol-H ₂ SO ₄	80	10
TiO ₂ -metanol-H ₂ SO ₄	90	10
TiO ₂ -metanol	100	10

Solución	Voltaje (V)	Tiempo (min)
ZnO-metanol-H ₂ SO ₄	80	10
ZnO-metanol-H ₂ SO ₄	90	10
ZnO-metanol	100	10

Solución	Voltaje (V)	Tiempo (min)
SnO ₂ -metanol-H ₂ SO ₄	80	10
SnO ₂ -metanol-H ₂ SO ₄	90	10
SnO ₂ -metanol	100	10

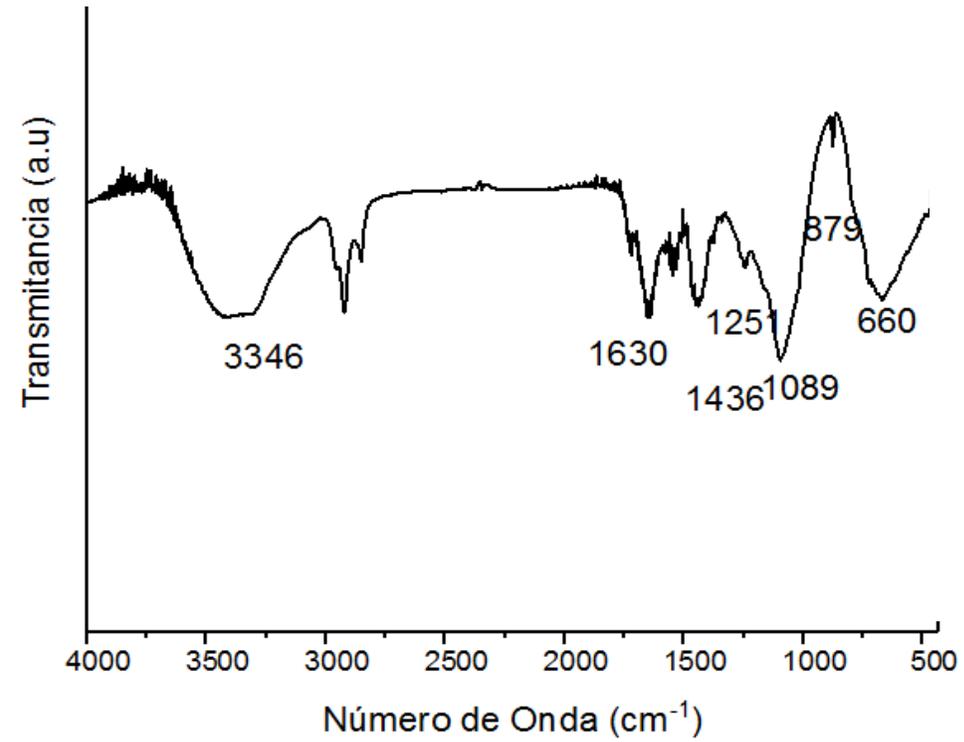
Resultados TiO₂

Difracción de rayos-X



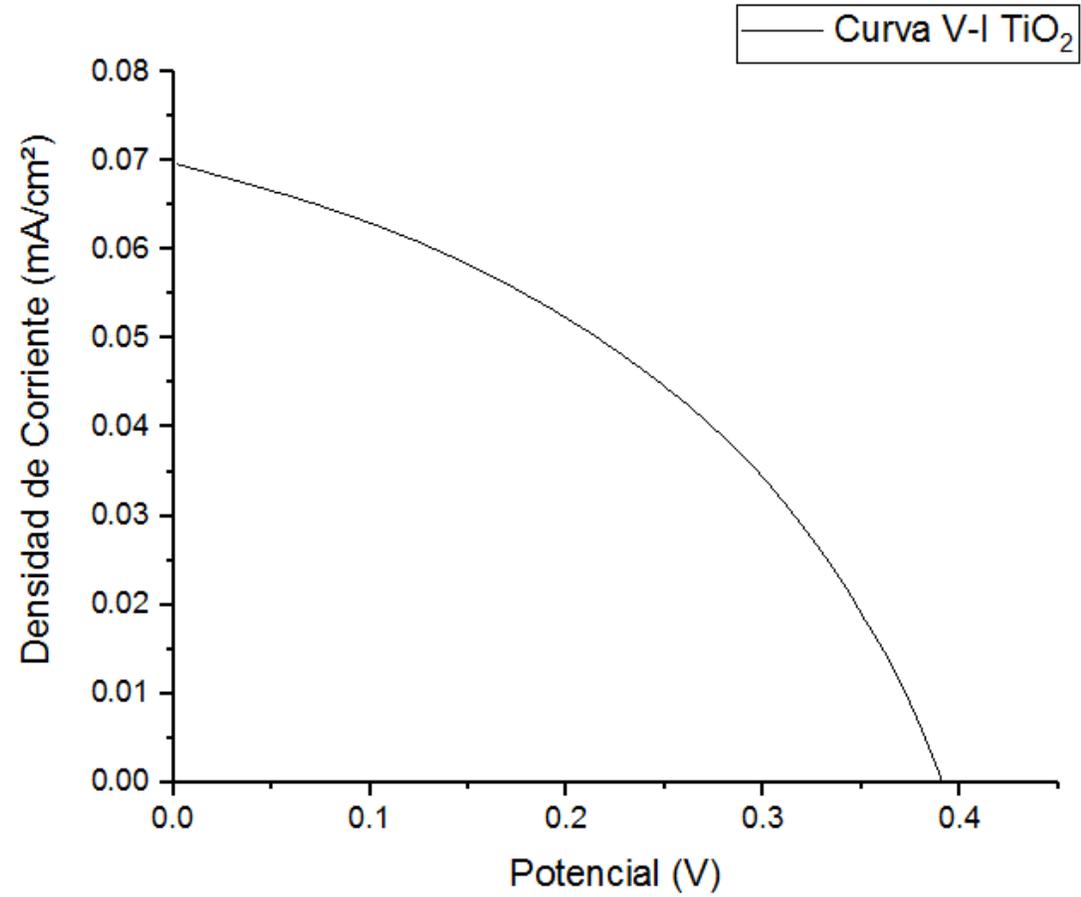
Resultados TiO₂

FT-IR



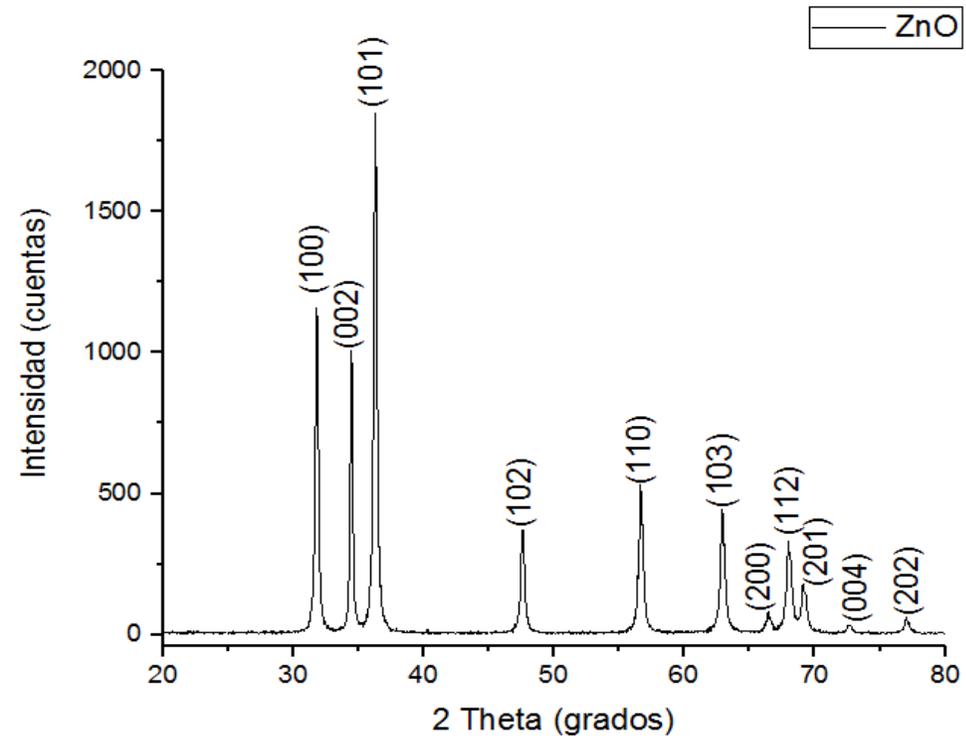
Resultados TiO₂

Curva V-I



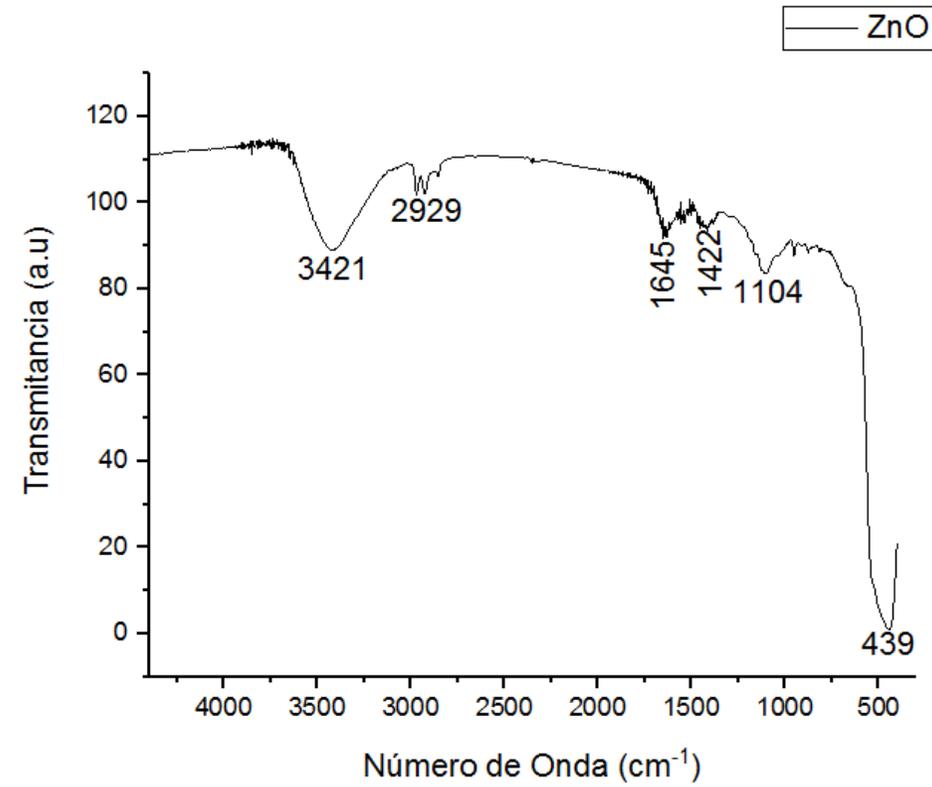
Resultados ZnO

Difracción de rayos-X



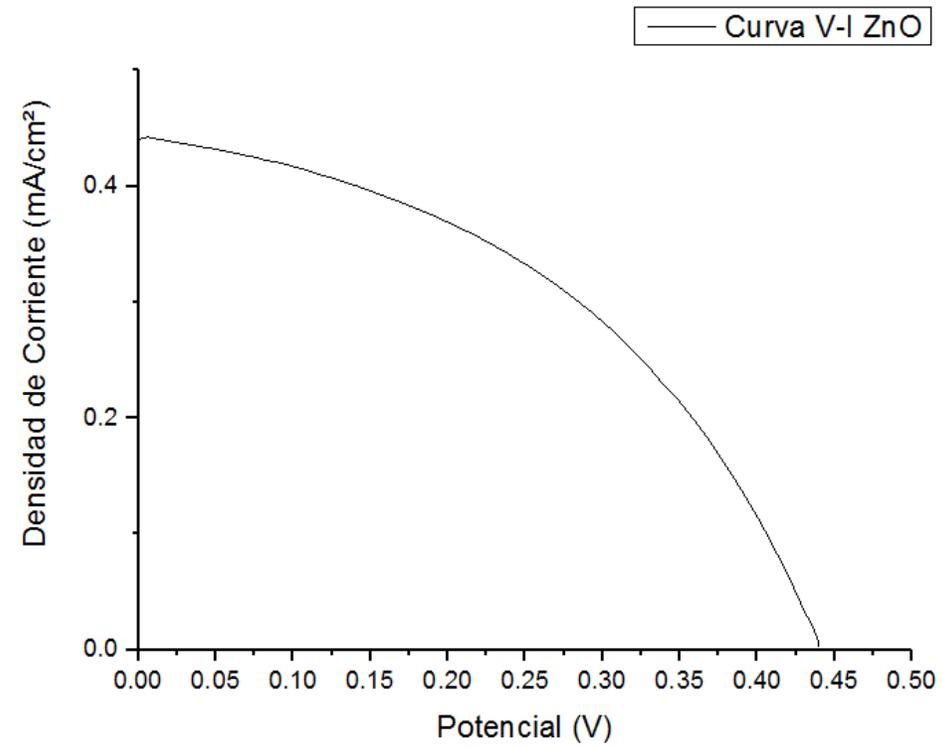
Resultados ZnO

FT-IR



Resultados ZnO

Curva V-I



Resultados SnO₂

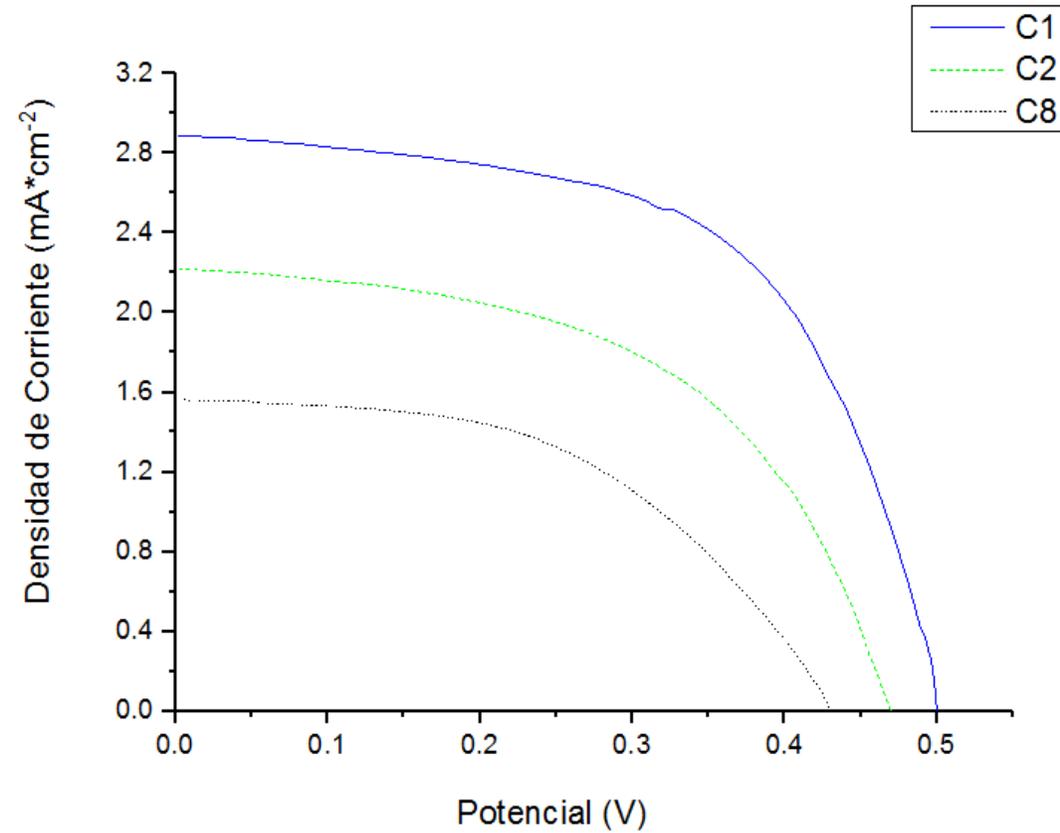
El análisis del diseño de experimentos fue a través del método de Taguchi, el cual utiliza un diseño de matrices que permite estudiar los parámetros con un número limitado de experimentos.

Condiciones del diseño de experimentos para las CSSC de SnO₂

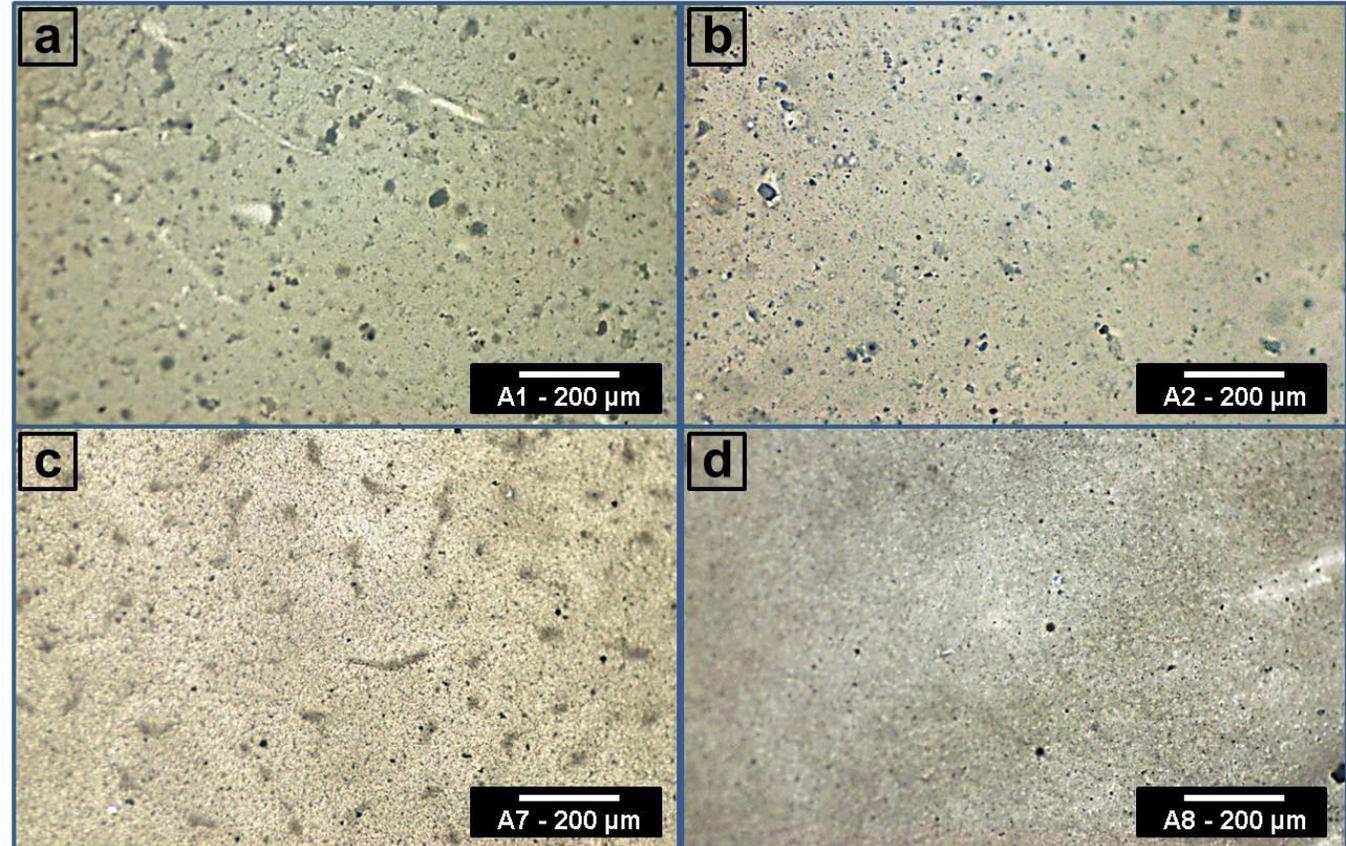
Condiciones del Experimento				
# de Celda	Concentración de Mg (NO ₃) ₂	Concentración de material en alcohol (mg/ml)	Voltaje (V)	Tiempo de deposición (T)
C1	0.5/50	40/50	60	4
C2	0.5/50	50/50	80	6
C3	0.5/50	60/50	100	8
C4	1.0/50	40/50	80	8
C5	1.0/50	50/50	100	4
C6	1.0/50	60/50	60	6
C7	1.5/50	40/50	100	6
C8	1.5/50	50/50	60	8
C9	1.5/50	60/50	80	4

Resultados SnO₂

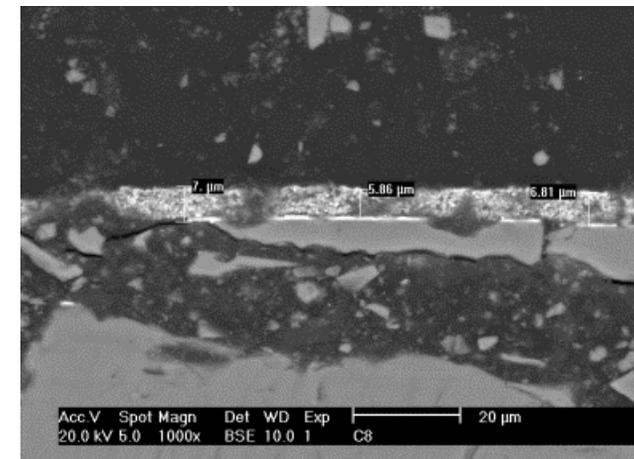
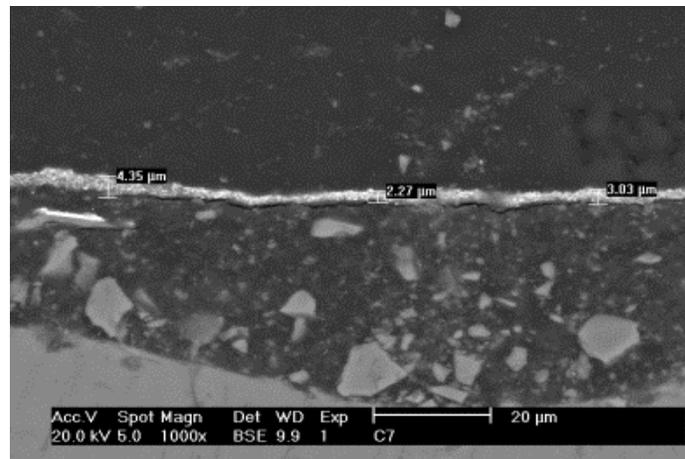
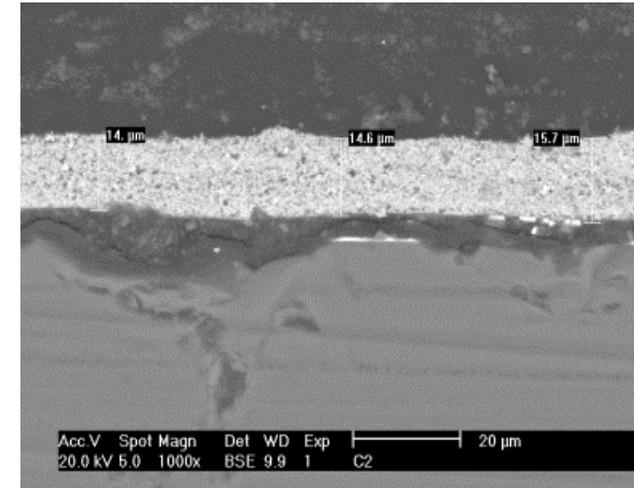
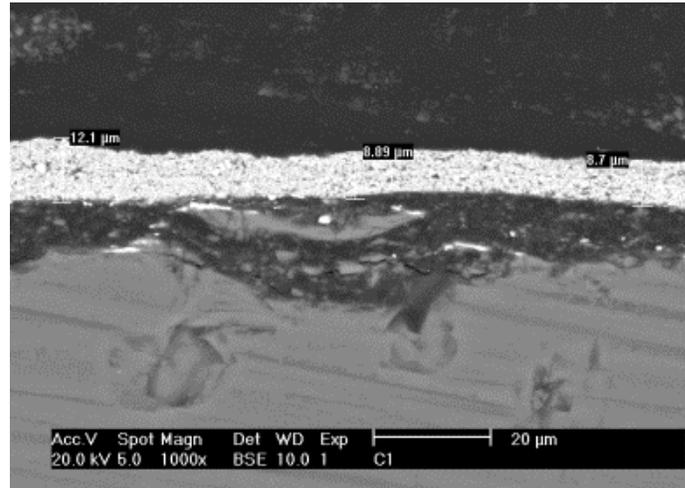
Curva V-I del óxido de Estaño



Imágenes del microscopio óptico del SnO₂



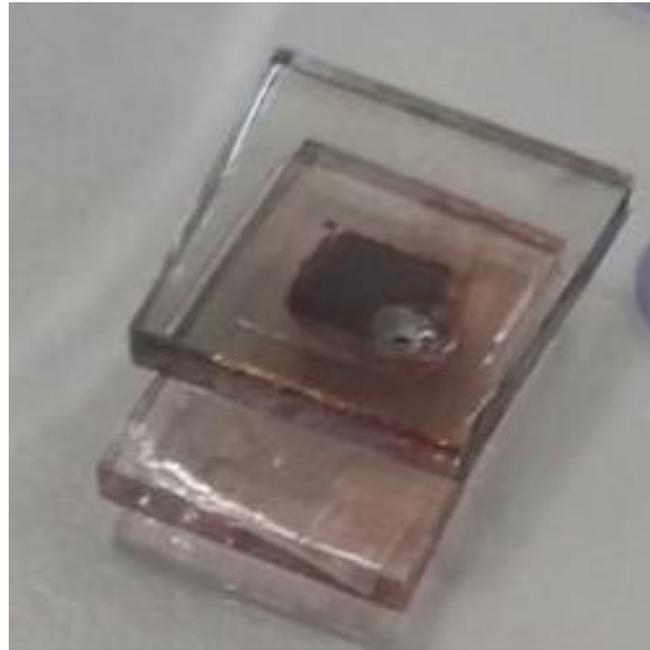
Imágenes del MEB para el SnO₂



Mediciones eléctricas de las celdas de SnO₂

		Mediciones Eléctricas				
Espesor de celda	Tamaño de partícula (nm)	Porosidad (%)	OCP(V)	J _{sc} (mA*cm ⁻²)	FF (%)	Eficiencia (η%)
9.89	34.955	8.71	0.5	2.892	0.588	0.851
14.76		4.50	0.47	2.23	0.526	0.552
28.2		6.6	0.369	2.887	0.521	0.555
16.46		11.54	0.453	1.718	0.513	0.399
12.66		6.73	0.431	2.431	0.408	0.428
13.5		5.82	0.38	1.851	0.461	0.324
11.33		6.29	0.451	1.886	0.51	0.434
3.21		0.30	0.435	1.562	0.497	0.337
6.55		3.75	0.396	2.375	0.453	0.426

Resultados

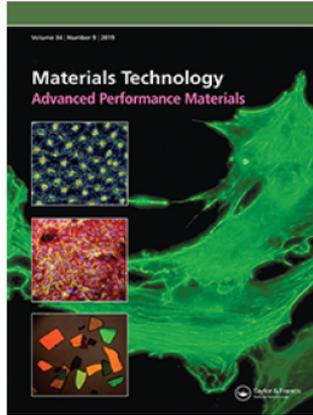


Conclusiones

La caracterización de los electrodos de trabajo mostró, que estos presentaron una buena adherencia mediante la DEF

Es un método efectivo y de bajo costo, para conseguir la deposición de diferentes polvos cerámicos, como TiO_2 , ZnO y SnO_2 , para las celdas solares sensibilizadas con colorante.

En el caso de los depósitos de SnO_2 , podría ser necesario obtener una mejor des aglomeración de las partículas.



Materials Technology Advanced Performance Materials

ISSN: 1066-7857 (Print) 1753-5557 (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/ymte20>



Implementation of Taguchi method to investigate the effect of electrophoretic deposition parameters of SnO₂ on dye sensitised solar cell performance

J. R. Zapata-Cruz, Eddie N. Armendáriz-Mireles, E. Rocha-Rangel, G. Suarez-Velazquez, D. González-Quijano & W. J. Pech-Rodríguez



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. BIMES is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/booklets)