

CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO Informe Científico¹

PERIODO ²: 2015-2016

Legajo N°:

1. DATOS PERSONALES

APELLIDO: ZERBINO

NOMBRES: Jorge Omar

Dirección Particular: Calle:

Localidad: La Plata CP: 1900 Tel:

Dirección electrónica (donde desea recibir información): jzerbino@inifta.unlp.edu.ar

2. TEMA DE INVESTIGACION

ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA, CONDUCTIVIDAD Y PROPIEDADES ÓPTICAS DE PELÍCULAS DE ÓXIDOS, HIDRÓXIDOS Y FILMES POLIMÉRICOS, MEDIANTE TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS Y ÓPTICAS.

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

INGRESO: Categoría: Inv. Adjunto c/director. Fecha: 1980

ACTUAL: Categoría: Inv. Independiente desde fecha: 1988

4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

Universidad y/o Centro: Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas, INIFTA.

Facultad: UNLP. CIC. CONICET

Departamento: .INIFTA, Laboratorio de Películas Delgadas

Cátedra: Grupo de Electroquímica

Otros:

Dirección: Calle: Diag. 113 y calle 64 N°:

Localidad: La Plata CP: 1900 Tel: 4 25 7430/7291.

Cargo que ocupa: Inv. Independiente

5. DIRECTOR DE TRABAJOS. (En el caso que corresponda)

Apellido y Nombres:

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: CP: Tel:

¹ Art. 11; Inc. "e" ; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico).

² El informe deberá referenciar a años calendarios completos. Ej.: en el año 2008 deberá informar sobre la actividad del período 1°-01-2006 al 31-12-2007, para las presentaciones bianuales.

Dirección electrónica: jzerbino@inifta.unlp.edu.ar

.....
Firma del Director (si corresponde)

.....
Firma del Investigador

6. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.

Debe exponerse, en no más de una página, la orientación impuesta a los trabajos, técnicas y métodos empleados, principales resultados obtenidos y dificultades encontradas en el plano científico y material. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.

Mediante técnicas electroquímicas y ópticas, en particular elipsometría, impedancia de fotocorriente, voltametría, impedancia electroquímica, medida del punto isoelectrónico y de la gota cautiva se estudia la formación de películas de óxidos, hidróxidos y películas poliméricas, logrando una descripción cuantitativa y detallada de estas interfaces en cuanto a su estructura, conductividad y propiedades ópticas.

-Temática desarrollada

a) Películas de Silanos

Películas de silanos son utilizadas en sensores, músculos artificiales y dispositivos bioanalíticos. En colaboración con el CIDEPINT se investiga la estructura de películas de 3-mercaptopropyl trimethoxysilane (MPTMS) y su dependencia con el método de preparación. En particular se emplean estos recubrimientos como "primer" sobre hierro, cinc y vidrio para asegurar la buena adherencia de pinturas de acabado ó la fabricación de películas de plata transparentes y conductoras.

Se observa para los depósitos obtenidos a partir de bajas concentraciones de monómero valores de espesor relativamente altos e índice de refracción, n , bajos lo cual indica películas altamente porosas. Los índices de absorción k son anormalmente altos, en desacuerdo con la teoría del medio efectivo (Bruggeman) y en relación a los valores de k encontrados para los depósitos obtenidos a concentraciones mayores de monómero. Según la bibliografía puede atribuirse este efecto a alta absorción óptica debida a "scattering" múltiple que ocurre cuando el tamaño de los poros es comparable a la longitud de onda de la luz incidente. Las teorías de Bruggeman o de Maxwell Garnett son válidas para materiales compuestos cuyas fases tienen un tamaño de partícula pequeño respecto a la longitud de onda lo cual se cumple para mayores concentraciones de monómero.

Sobre esta temática se publicó un artículo y se realizaron cuatro presentaciones en congresos.

b) Estudio elipsométrico de películas de polipirrol

Se investigan las propiedades ópticas de filmes electrodepositados de polipirrol en soluciones de distinta composición, de soluciones de fosfato pH 6.7 y en soluciones del surfactante aniónico dodecilsulfato de sodio, SDS. La correlación de las medidas ópticas con datos obtenidos por voltametría e impedancia permite el estudio del efecto de los aniones y del pH en la estructura de la película, su grado de compactidad y conductividad así como su capacidad redox de acumulación de carga e intercambio de agua con el electrolito. También se investigó el efecto del ciclado y del tiempo de

almacenamiento de la membrana de polipirrol, en la selectividad de la misma para la detección de dopamina en presencia de ácido ascórbico.

Sobre esta temática y durante este período se realizaron dos presentaciones en congresos, se publicó un artículo y C. Falivene presenta su Tesis.

c) Películas semitransparentes de plata

Este artículo continúa la temática desarrollada en el trabajo de tesis del Dr. Victor Toranzos "Electroluminiscencia en Silicio poroso nanoestructurado" en particular el capítulo 5.2.1 "Caracterización óptica de película de Ag". Univ. Nac. Salta (2014), y del artículo "Ellipsometric study of semitransparent Silver Layers deposited on glass". V. Toranzos, J. O. Zerbino, A. Maltz, G. Ortiz. Avances en Ciencias e Ingeniería 5 (4), 67-75, 2014.

Éstas películas se utilizan como contacto eléctrico en celdas solares. La técnica elipsométrica y el ajuste de los datos medidos a distintas longitudes de onda permite detectar los cambios estructurales de la película en función de la masa de plata depositada.

Se observó que para densidades bajas de plata existe una disminución del espesor óptico efectivo al aumentar la cantidad de metal depositado hasta un mínimo para luego aumentar monótonamente. Esto se explica por el cambio de tensión superficial actuando primeramente en islas, y luego a la formación de películas metálicas que presentan continuidad en el límite de percolación. También en el sistema con baja densidad de islas de plata es posible la aparición de resonancias plasmónicas que disipen mayor cantidad de energía, de manera que puede comportarse como una película con un espesor óptico efectivo más grande en comparación con sus características físicas reales. A medida que estas islas se van solapando estas resonancias se ven en parte inhibidas produciendo el efecto de una disminución del espesor óptico efectivo, hasta el punto donde el material se comporta de manera similar al "bulk" y el espesor efectivo crece con el material depositado.

Para bajas cantidades de plata depositada la película presenta una fuerte variación de los índices ópticos con la masa de plata y una disminución del espesor óptico efectivo con el aumento de la cantidad de metal depositado hasta la percolación de partículas con una fracción volumétrica aproximada del 60 % de plata. Los valores hallados de k resultaron mayores a los predichos por las teorías del medio efectivo, lo que es atribuible a las resonancias plasmónicas.

Se publicó un artículo durante el período que aparece ya sea "on line" en la biblioteca de la Universidad de Cornell y también fue publicado en el Journal Materials Research Express.

d) Implementación de la técnica de la gota cautiva.

En colaboración con el Lic. C. Falivene, la Dra M. G. Sustersic (Villa Mercedes, San Luis) y el Prof. Claudio della Volpe, (Dept. Materials Engineering. Mesiano, Trento, Italia) se investigan membranas mediante las técnicas de medidas de ángulo de contacto sobre electrodos a potencial controlado y la técnica de la gota cautiva. El Prof. Della Volpe suministró un programa de análisis gráfico que permite analizar la forma de la gota. Estas medidas permiten evaluar la hidrofiliicidad de las superficies, la tensión superficial de sólidos, los cambios producidos al variar el potencial electroquímico de la interface, así como la adsorción de surfactantes sobre la interface: solventes de distinta polarizabilidad (hexano, tetracloruro de carbono) y el electrolito. Se había estudiado la estructura de la doble capa eléctrica formada sobre electrodos de oro ciclado en medio acuoso y en contacto con distintos líquidos orgánicos: en particular hexano, benceno,

tolueno, xileno, cloroformo, butilacetato, isopropileter, anisol, etc, mediante medidas de Impedancia electroquímica y fueron publicados dos artículos.

-"The oxide grown in the confined aqueous layer on gold electrodes and in contact with immiscible solvents". L.M. Gassa, J.O. Zerbino, M.G. Sustersic, S. Siboni, C. Della Volpe. J. Electroanalytical Chem. 728 (2014) 94-101.

-"Electrochemical and optical study of the confined aqueous layer adsorbed on Gold Electrodes cycled in phosphate and dodecylsulphate solutions". J.O. Zerbino, A. Maltz, C. Falivene, N.E. Avaca, M.G. Sustersic, S. Siboni, C. Della Volpe. J. of Applied Electrochemistry. 44 (2014) 1355-1360.

Se continuó esta línea durante 2015-2017 con una presentación en congreso y el Dr. Zerbino realizó una estadía durante septiembre 2016 en el laboratorio del Prof. Della Volpe:

Estas investigaciones están orientadas al estudio del mecanismo de electrodeposición y la tensión interfacial de membranas de polímeros en presencia de surfactantes, polipirrol/ dodecilsulfato de sodio

7. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.

7.1 PUBLICACIONES. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellas publicaciones en las que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha mención no debe ser adjuntada porque no será tomada en consideración. A cada publicación, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden que figuran en ella, lugar donde fue publicada, volumen, página y año. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparece en la publicación. La copia en papel de cada publicación se presentará por separado. Para cada publicación, el investigador deberá, además, aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del trabajo y, para aquellas en las que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

1 "Study of Silane layers grown on Steel and characterized using Ellipsometry at different Wavelengths and Incidence angles. P. R. Seré, J. O. Zerbino, A. Maltz, C. Deya, C. I. Elsner, A. R. Di Sarli. ChemXpress 9 (2) (2016) 109-118.

Abstract

Films of mercaptopropyltrimethoxysilane are prepared by hydrolysis, condensation and curing at 80 °C. The optical indices, n, k and the thickness d are calculated using the ellipsometry technique. A programme is developed to fit a wide set of ellipsometric delta and psi data in the visible optical region 400 nm < lambda < 600 nm. An increase in the optical absorption k is detected for the lower concentration of MPTMS attributed to light absorption from the pores.

Key words: mercaptopropyltrimethoxysilane, ellipsometry, anticorrosive coating, optical constants.

En las investigaciones participaron en la elaboración de los recubrimientos P.R. Ceré, M.C. Deyá, A.R. Di Sarli y la Ing. C. Elsner del CIDEPINT. Debido al bajo espesor de las películas no pueden ser analizadas por otras técnicas que la elipsometría.

2. Optical and Electrical Properties of Nanostructured Metallic Electrical Contacts. V. J. Toranzos, G. P. Ortiz, W. L. Mochan, J.O. Zerbino. Cornell University Library, arXiv:1609.04479 [physics.optics], 1-9 Sep. 2016 (on line)..

Optical and Electrical Properties of Nanostructured Metallic Electrical Contacts. V. J. Toranzos, G. P. Ortiz, W. L. Mochan, J.O. Zerbino. Mater. Res. Express 4 (2017) 015026, 1-11.

Abstract

We study the optical and electrical properties of silver films with a graded thickness obtained through metallic evaporation in vacuum on a tilted substrate to evaluate their use as semitransparent electrical contacts. We measure their ellipsometric coefficients, optical transmissions and electrical conductivity for different widths, and we employ an efficient recursive method to calculate their macroscopic dielectric function, their optical properties and their microscopic electric fields. The topology of very thin films corresponds to disconnected islands, while very wide films are simply connected. For intermediate widths the film becomes semicontinuous, multiply connected, and its microscopic electric field develops hotspots at optical resonances which appear near the percolation threshold of the conducting phase, yielding large ohmic losses that increase the absorptance above that of a corresponding homogeneous film. Optimizing the thickness of the film to maximize its transmittance above the percolation threshold of the conductive phase we obtained a film with transmittance $T = 0.41$ and a sheet resistance $R_{max} = 2.7$. We also analyze the observed emission frequency shift of porous silicon electroluminescent devices when Ag films are used as solid electrical contacts in replacement of electrolytic ones.

Las películas fueron preparadas en la UNNE (Corrientes) por el Lic. Victor Toranzos y trasladadas bajo nitrógeno al INIFTA donde se realizaron las medidas elipsométricas y mediante programas de cálculo se realizó el ajuste de los parámetros ópticos en función de la masa de plata depositada.

Las medidas elipsométricas permitieron el ajuste de los índices ópticos y del espesor mostrando un mínimo en el espesor en función de la masa de Ag depositada. Éste mínimo no es fácilmente detectable mediante el ajuste de medidas de transmitancia, pero luego de ser detectado por elipsometría los parámetros encontrados son compatibles con medidas de transmitancia.

7.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellos trabajos en los que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Todo trabajo donde no figure dicha mención no debe ser adjuntado porque no será tomado en consideración. A cada trabajo, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden en que figurarán en la publicación y el lugar donde será publicado. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparecerá en la publicación. La versión completa de cada trabajo se presentará en papel, por separado, juntamente con la constancia de aceptación. En cada trabajo, el investigador deberá aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del mismo y, para aquellos en los que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

Effect of the potential cycling on optical and conducting properties of poly-o-aminophenol and polypyrrole films. Ricardo I. Tucceri, Claudio Falivene, Jorge O. Zerbino. *Avances en Ciencias e Ingeniería*.8 (3) Julio-Septiembre 2017. ISSN: 0718-8706. En prensa.

ABSTRACT

The effect of both potential cycling (PC) and storage time in the supporting electrolyte (ST) on the optical and conducting properties of poly-o-aminophenol (POAP) and polypyrrole (Ppy) films are investigated employing ellipsometry and electrochemical impedance spectroscopy. The existence of two different irreversible regimes is evident for the polymers, POAP and Ppy, as related to their optical and the conducting properties: a film thickness swelling followed by an increase in the heterogeneity. A slight decrease in the charge transport rate followed by a more pronounced effect for longer times during the potential cycling are observed through the conducting parameters. The optical indices values are compared with those predicted by the effective medium theories. The charge transport parameters obtained in this work are interpreted by employing a suitable impedance model.

Se correlacionaron las medidas elipsométricas con las de impedancia pudiéndose explicar el efecto del ciclado y/ ó del tiempo de almacenamiento de la membrana en contacto con el electrolito por la paulatina dilatación o hinchamiento de la película y posterior segmentación de la misma ó crecimiento de dos fases, polímero / solución, de dimensiones que llegan a ser comparables a la longitud de onda de la luz incidente. Esto conduce al incremento de los valores de absorción óptica, índice k , debido a "scattering" múltiple. Este fenómeno resulta similar a aquel observado para películas de silanos obtenidas a partir de bajas concentraciones de monómero.

En este trabajo colaboró en la optimización de los programas de cálculo el Dr. A. Maltz (Fac. C. Exac. Dep. Matemática, UNLP). Este artículo es el más reciente de la serie de trabajos realizados en colaboración con la Dra. M. G. Sustersic y el licenciado Claudio Falivene, estos últimos de la Universidad de San Luis, Facultad de Ingeniería, Villa Mercedes, quienes realizaron varias estadías en el INIFTA a partir del año 2007 para realizar las medidas elipsométricas. La participación de la Dra M.G. Sustersic fue menor a partir de enero de 2015 debido a que se acogió a los beneficios jubilatorios. El Dr. J.O. Zerbino dictó también un curso de membranas Poliméricas como Profesor Visitante de la Facultad de Ingeniería de Villa Mercedes, San Luis, 2014-2015, cooperando también en el trabajo de investigación. El grupo de Villa Mercedes participó en las medidas de ángulo de contacto y facilitó parte del material para las medidas de ángulo de contacto. El programa de ajuste gráfico del ángulo de contacto suministrado por C. Della Volpe y S. Siboni (Trento- Italia) fue instalado y utilizado en Villa Mercedes. Las medidas de impedancia fueron realizadas en colaboración con el Dr. R. I. Tucceri en el INIFTA.

7.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION.

Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo, indicando el lugar al que han sido enviados. Adjuntar copia de los manuscritos.

7.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION.

Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo.

7.5 COMUNICACIONES. *Incluir únicamente un listado y acompañar copia en papel de cada una. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores).*

7.6 INFORMES Y MEMORIAS TECNICAS. *Incluir un listado y acompañar copia en papel de cada uno o referencia de la labor y del lugar de consulta cuando corresponda.*

8. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

8.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS. *Describir la naturaleza de la innovación o mejora alcanzada, si se trata de una innovación a nivel regional, nacional o internacional, con qué financiamiento se ha realizado, su utilización potencial o actual por parte de empresas u otras entidades, incidencia en el mercado y niveles de facturación del respectivo producto o servicio y toda otra información conducente a demostrar la relevancia de la tecnología desarrollada.*

8.2 PATENTES O EQUIVALENTES. *Indicar los datos del registro, si han sido vendidos o licenciados los derechos y todo otro dato que permita evaluar su relevancia.*

8.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO. *Describir objetivos perseguidos, breve reseña de la labor realizada y grado de avance. Detallar instituciones, empresas y/o organismos solicitantes.*

8.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES *(desarrollo de equipamientos, montajes de laboratorios, etc.).*

8.5 Sugiera nombres (e informe las direcciones) de las personas de la actividad privada y/o pública que conocen su trabajo y que pueden opinar sobre la relevancia y el impacto económico y/o social de la/s tecnología/s desarrollada/s.

Dr. Walter E. Triaca, INIFTA, CONICET. Celdas de combustible y Economía de hidrógeno. Email: wtriac@inifta.unlp.edu.ar

Dr. Félix Gregorio Requejo, director INIFTA, CONICET Email: requejo@inifta.unlp.edu.ar

Ing. Alejandro Di Sarli, CIDEPIINT, Email: ardisarli@cidepint.gov.ar, ardisarli@gmail.com

Prof. Claudio Della Volpe, "Department of Materials Engineering and Industrial Technologies" (DIMITI) University of Trento, Via Mesiano 77, Italy. Email: devol@devolmac.ing.unitn.it.

Dr. Guillermo Ortiz, Departamento de Física. UNNE, Corrientes. Email: gortiz@exa.unne.edu.ar.

9. SERVICIOS TECNOLÓGICOS. *Indicar qué tipo de servicios ha realizado, el grado de complejidad de los mismos, qué porcentaje aproximado de su tiempo le demandan y los montos de facturación.*

10. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:

10.1 DOCENCIA

10.2 DIVULGACIÓN

11. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES. *Indicar nombres de los dirigidos, Instituciones de dependencia, temas de investigación y períodos.*

Lic. Viviana Espejo. Efecto sobre cobre de plasma producido por laser en diferentes electrolitos. Director: Dr. Héctor F. Ranea Sandoval. Instituto de Física "Arroyo Seco" Facultad de Ciencias Exactas UNCPBA. Investigador Independiente CONICET. E UNCPBA. Pinto 399 B7000GHG Tandil (BA). Argentina. E-mail: hranea@exa.unicen.edu.ar. El Dr. J.O. Zerbino colabora en estas investigaciones.

12. DIRECCION DE TESIS. *Indicar nombres de los dirigidos y temas desarrollados y aclarar si las tesis son de maestría o de doctorado y si están en ejecución o han sido defendidas; en este último caso citar fecha.*

Licenciado Claudio Falivene. Tesis de maestría presentada en la Univ. de San Luis. Título: "Estudio electroquímico de la adsorción y oxidación de dopamina en presencia de ácido ascórbico sobre oro recubierto con polipirrol sobreoxidado". Director: Dra M. G. Sustersic. Codirector: Dr. J. O. Zerbino. San Luis, mayo 2017.

Resumen

La presente tesis describe ampliamente los fundamentos teóricos en el campo electroquímico y las técnicas utilizadas para la investigación del comportamiento de la película de polipirrol.

Se preparan películas de Polipirrol sobreoxidado en superficies de oro y se estudian sus propiedades inhibitorias sobre la reacción de electrooxidación de ácido ascórbico en función del tiempo. Después de la preparación de la película y en función de los límites de barrido de polimerización y de la tensión de sobreoxidación se forma la película usando dos técnicas: a) Adsorción de pirrol a circuito abierto y posterior polimerización y sobreoxidación electroquímicas; b) Adsorción, polimerización y sobreoxidación electroquímicas.

En ambos casos la polimerización se realiza mediante un barrido voltamétrico entre límites especificados y la sobreoxidación mediante una electrólisis potenciostática. La velocidad de crecimiento y propiedades de las películas poliméricas dependen de las condiciones de síntesis empleadas, medio electrolítico, intervalos de potencial, concentración de monómero, etc. Si bien las propiedades de las películas poliméricas han sido investigadas en numerosas publicaciones, pocos artículos discuten la estabilidad de las mismas con el continuo Ciclado de Potencial, y el Tiempo de Almacenamiento prolongado a las que son sometidas durante su uso en aplicaciones prácticas, siendo este un aspecto central en el campo de las aplicaciones de materiales electroactivos.

Se ha encontrado que la estabilidad de las películas depende de las interacciones entre oligómeros durante la síntesis, de los oligómeros con el substrato sobre el cual las películas fueron depositadas, del tiempo de inmersión de la película en un determinado electrolito, etc.

Estudios de impedancia se realizaron aplicando varios modelos para explicar los diagramas, se emplea el modelo de Vorotyntsev y se analiza el efecto del tiempo de Ciclado de Potencial y del Tiempo de Almacenamiento a circuito abierto sobre las propiedades ópticas y de conducción de películas de Polipirrol, depositadas sobre oro.

El polipirrol muestra una alta permeabilidad y selectividad para la detección de catecolaminas en electrolitos diferentes debido a la exclusión de especies aniónicas por

la interacción con cargas negativas dentro de la película y éste es en particular otro aspecto de investigación básica que la presente investigación tiende a aportar.

Las propiedades de estas membranas se pueden modificar dopando al Ppy con aniones grandes y voluminosos tales como el dodecilsulfato, y otros. Esto se ha logrado por electro oxidación en soluciones conteniendo aniones grandes, los cuales, por lo tanto, se incorporan como cargas fijas dentro de la película. En electroanálisis estas membranas ofrecen buena selectividad y alta estabilidad durante prolongadas condiciones cambiantes.

La elipsometría es otra de las técnicas de análisis utilizadas aplicándola "in situ" para caracterizar la estructura de la capa viendo que la señal óptica es muy sensible a las modificaciones producidas por la polarización del electrodo. Se asume un modelo de película homogénea, de índices ópticos constantes, y de espesores crecientes. Se calculan los índices ópticos y el espesor mediante la técnica de los gradientes conjugados minimizando por cuadrados mínimos la función error, es decir la diferencia entre los valores medidos y los calculados.

Por lo expuesto, en este trabajo se exponen estudios sobre la película de polipirrol, tanto pura como dopada, utilizando distintas técnicas de investigación electroquímicas y ópticas cumpliendo con los objetivos del plan presentado en su oportunidad.

13. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS. *Indicar la denominación, lugar y fecha de realización, tipo de participación que le cupo, títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas y autores de los mismos.*

1. XIX Congreso Argentino de Físicoquímica y Química Inorgánica. Asoc. Arg. de Inv. Físicoquímica. Buenos Aires, 12-15 abril 2015.

"Estudio electroquímico y óptico de la película acuosa confinada sobre electrodos de Oro producida por ciclado en solución saturada en H₂, 1 M H₂SO₄". J. O. Zerbino, C. Falivene, N. E. Avaca, C. Abaca, M. G. Sustersic. Conferencia oral presentada por el Dr. J. O. Zerbino.

2. XV Encuentro: Superficies y materiales nanoestructurados. Nano2015., Rosario, Santa fe. 13-15 mayo 2015. www.ifir-conicet.gov.ar/nano2015.

"Dependencia de la absorción óptica en la región visible con la composición de películas mesoporosas semitransparentes de Silanos y de Plata metálica". J. O. Zerbino, A. Meyra, A. Maltz. Conferencia oral presentada por el Dr. J. O. Zerbino.

3. XXII Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Electroquímica. Costa Rica. Double Tree by Hilton, Cariari, San Jose, 14-18 marzo 2016.

"Estudio electroquímico y óptico de la desactivación de poli o-aminofenol electrodepositado sobre oro por ciclado continuo de potencial". J.O. Zerbino, R. Tucceri, A. Maltz. Conferencia oral.

4. XXII Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Electroquímica. Costa Rica. Double Tree by Hilton, Cariari, San Jose, 14-18 marzo 2016. "Caracterización electroquímica y óptica de películas de silanos depositadas sobre acero y cinc". P.R. Sere, J.O. Zerbino, W.A. Egli, C. Deyá, C.I. Elsner, A.R. Di Sarli. Conferencia oral.

5. 67th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry The Hague, The Netherlands. 21-26 August, 2016, "Electrochemical and Optical Properties of Silane Layers Grown on Anodized Zinc". J. O. Zerbino, C. Deya C. I. Elsner, A. R. Di Sarli.

6. 67th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry The Hague, The Netherlands. 21-26 August, 2016, "Conductivity of Poly(o-aminophenol) films and

its dependence on the storage time and electrolyte solution composition". J. O. Zerbino, R. I. Tuccheri, A. Maltz.

7. VII Encuentro de Física y Química de Superficies. 26-28 de Octubre, 2016, Santa Fe, Argentina. "Películas de silanos depositadas sobre acero, zinc pulido y anodizado investigadas mediante técnicas electroquímicas y ópticas". CTP42, pag. 120. Jorge O. Zerbino, Alberto Maltz, Cecilia Deya, Cecilia I. Elsner, Alejandro R. Di Sarli. http://www.efyqs2016.santafe-conicet.gov.ar/public/archivos/Libro_Resumenes_EFyQS2016.pdf

14. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC. *Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc.*

Durante el mes de Septiembre 2016 el Dr. J. O. Zerbino visitó el laboratorio del Prof. Claudio Della Volpe, "Department of Materials Engineering and Industrial Technologies" (DIMITI) University of Trento, Via Mesiano 77, Italy. E-mail: devol@devolmac.ing.unitn.it. Durante esta estadía optimizó el uso de programas de cálculo para la medida del ángulo de contacto de burbujas de gases y/ ó gotas de líquido en contacto con surfactantes (dodecilsulfato de sodio).

El Dr. J. O. Zerbino visitó la fundación Bruno Kessler en la localidad de Povo, Trento, Italia, trabajos en colaboración con el Dr. Ruben Bartali sobre la temática "water splitting". Email: bartali@fbk.eu. Septiembre 2016.

15. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO. *Indicar institución otorgante, fines de los mismos y montos recibidos.*

Subsidios Institucional para Investigadores CIC, Resolución N° 48/16, 14 de julio de 2016. Monto \$ 13.000.

16. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO. *Describir la naturaleza de los contratos con empresas y/o organismos públicos.*

17. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.

18. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA. *Indicar las principales gestiones realizadas durante el período y porcentaje aproximado de su tiempo que ha utilizado.*

Secretario de la Asociación Bonaerense de Científicos. ABC. 2014-2016.

-Referee de artículos de:

Journal of Physical Chemistry. Dr. Arthur J. Nozik. Senior Editor. Department of Chemistry and Biochemistry. University of Colorado, UCB 215. Boulder, CO 80309. FAX: 303-735-2350. Phone: 303 735-1565 <https://paragon.acs.org>; E-mail: jpc@colorado.edu

Revista Técnica Facultad de Ingeniería – LUZ revistatecnica@gmail.com.
Universidad de Zulia. Prof. Miguel Sánchez. Venezuela. E-mail: retecinluz@yahoo.com.

Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. Dennis C. Prieve Editor. colsua-editor@andrew.cmu.edu. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. An International Journal Devoted to the Principles and Applications of Colloid and Interface Science. <http://ees.elsevier.com/colsua/>.

Journal of Alloys and Compounds. ISSN: 0925-8388. K.H.J. Buschow. Editor-in-Chief. Email: k.h.j.buschow@uva.nl. Page web: <http://ees.elsevier.com/jalcom/>

Electrochemistry Communications. Editor R.G. Compton. Physical and Theoretical Chemistry Laboratories, University of Oxford, England. Email: richard.compton@chem.ox.ac.uk

Current NanoScience. ISSN: 1573-4137 . Webpage: <http://www.bentham.org/cnano>. Bentham Science Publishers. cnano@benthamscience.org. sidra@benthamscience.org

Integra el comité editorial de la revista ISRN Electrochemistry, <http://www.hindawi.com/isrn/ec/>

Porcentaje estimado de tiempo utilizado en las gestiones realizadas 5 %.

19. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO. *Indicar el porcentaje aproximado de su tiempo que le han demandado.*

Participación en Seminarios de Físicoquímica realizados en el Instituto de Físicoquímica INIFTA.

Profesor visitante en la Univ. de San Luis, Villa Mercedes 2015, evaluación del curso 2016.

20. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TÍTULOS ANTERIORES. *Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período.*

21. TÍTULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO. *Desarrollar en no más de 3 páginas. Si corresponde, explicité la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

Título: ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA, CONDUCTIVIDAD Y PROPIEDADES ÓPTICAS DE PELÍCULAS DE ÓXIDOS, HIDRÓXIDOS Y FILMES POLIMÉRICOS, MEDIANTE TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS Y ÓPTICAS.

El Dr. J. O. Zerbino accederá a los beneficios jubilatorios a partir de Julio 2017. Continuará participando de las siguientes investigaciones.

1. Hidrofilicidad de superficies de oro

El uso de fuentes de energía primarias renovables, en reemplazo de las fuentes fósiles, ha sido ya ampliamente reconocido como la alternativa más viable para solucionar los problemas asociados a la creciente demanda de energía, la necesidad de proteger el medio ambiente y el requerimiento de una mejor calidad de vida.

Electrodos de oro se utilizan como electrocatalizadores, como sustrato para la adhesión de nanopartículas de platino para su utilización en celdas de combustible pero también como sustrato en la adhesión de membranas selectivas para la detección electroanalítica de neurotransmisores. Las características superficiales dependen del tratamiento previo de la superficie, del pulido mecánico ó del electropulido y de los tratamientos electroquímicos de preparación del electrodo. Mediante técnicas electroquímicas y ópticas se investiga las características de la interface electroquímica del metal sometida a distintos ciclados de potencial, del óxido anódicamente formado y del efecto de distintos tratamientos catódicos que modifican las propiedades del metal tanto en aplicaciones catalíticas como en su empleo en electroanalítica.

Habitualmente se prepara la superficie del electro catalizador mediante ciclado de potencial en la zona de la doble capa eléctrica y de la formación de la monocapa del óxido. Este tratamiento se realiza para limpiar el metal de posibles impurezas o sustancias adsorbidas. Sin embargo estudios previos: "Ellipsometric and electrochemical study of dopamine adsorbed on gold electrodes", J. O. Zerbino, M.G. Sustersic. *Langmuir* 16 (2000) 7477-7481), "Gold oxide films grown in the confined aqueous layer between gold and organic solvents". L. M. Gassa, J. O. Zerbino, A. Meyra, M. G. Sustersic, S. Siboni, C. Della Volpe. *J. Electroanal. Chem.* 728 (2014) 94–101, y "Electrochemical and optical study of the confined aqueous layer adsorbed on Gold Electrodes cycled in phosphate and dodecylsulphate solutions". J. O. Zerbino, A. Maltz, C. Falivene, N. E. Avaca, M. G. Sustersic, S. Siboni, C. Della Volpe. *J. of Applied Electrochemistry* 44 (2014) 1355-1360, demostraron que el ciclado además de oxidar y eliminar posibles contaminantes produce, sobre electrodos de oro, una película de agua estructurada fuertemente adsorbida y firmemente adherida al metal que crece en espesor con el continuo ciclado. Es en esta capa acuosa o de hidróxido de Au(I), Au(III), altamente hidratado que se adsorben los neurotransmisores ó diversos oligómeros.

Se complementarán estas investigaciones mediante difracción de electrones en muestras preparadas mediante un equipo Tenupol-III (Streuers), técnica empleada anteriormente en el INIFTA, "Ellipsometry and electron diffraction study of anodically formed Pd oxide layers". A.E. Bolzan, J.O. Zerbino, E. Macchi, A. J. Arvia. *Thin Solid Films*. 233, 77-81 (1993), se adjunta copia. A diferencia de la elipsometría que es aplicable "in situ" la difracción de electrones requiere vacío, pero es posible que la superficie del metal retenga sales de oro hidratadas, que puedan ser detectables, lográndose complementar esta investigación mediante ambas técnicas.

2. Películas de Silanos

Se continúan las investigaciones con resultados parciales publicados "Study of Silane layers grown on Steel and characterized using Ellipsometry at different Wavelengths and Incidence angles. P. R. Seré, J. O. Zerbino, A. Maltz, C. Deya, C. I. Elsner, A. R. Di Sarli. *ChemXpress* 9 (2) (2016) 109-118. En el caso de películas mesoporosas el scattering de la luz cuando la dimensión del poro es del orden de la longitud de onda produce un aumento en el índice óptico de absorción. El Dr. J. O. Zerbino ha aplicado en numerosos artículos la aproximación de Maxwell Garnett o la de Bruggeman para evaluar la fracción volumétrica de películas compuestas aplicables cuando las partículas del compuesto son de dimensión mucho menor que la longitud de onda de la luz incidente. Resultados recientes muestran que el tamaño del poro puede ser evaluado a través del Volumen Averaging Theory, VAT; con el asesoramiento del Dr. Guillermo Ortiz (UNNE, Corrientes) y la colaboración del Ing. Ariel Meyra (IFLYSIB) se

implementa a través del programa de simulación COMSOL Multiphysics el efecto del tamaño de partículas de la segunda fase para el cálculo de los índices ópticos efectivos. Se analizan los resultados obtenidos de películas de silanos obtenidos sobre cinc y sobre cinc anodizado. El modelo VAT también se aplica a la estimación del aumento del tamaño de partícula observado por el efecto del ciclado de películas de polipirrol.

3. Efecto del ambiente espacial sobre dispositivos optoelectrónicos

En colaboración con la Dra. Anna Sytchkova, Optical Componentes Group, Energy Technologists Department, ENEA, Casaccia, C.R.E. Italia, anna.sytchkova@enea.it, y el Dr Martin A. Alurralde, Dep. Energía Solar, Comisión de Energía Atómica, CNEA, alurrald@cnea.gov.ar, martin.alurralde@gmail.com, se investiga el efecto de la radiación en la estructura de varias películas y recubrimientos.

Las investigaciones realizadas durante los últimos años han demostrado que los materiales utilizados en el espacio se someten a cambios en sus propiedades ópticas y mecánicas que a menudo perjudica el rendimiento de los dispositivos y herramientas de los que forman parte. En particular, el interés de este proyecto se centra en el rendimiento óptico de algunos dispositivos como espejos, filtros de interferencia y celdas solares para uso espacial. El grupo italiano ya ha llevado a cabo investigaciones de este tipo dentro de los programas de la Agencia Espacial Europea. El grupo argentino se formó para el estudio de los efectos de la radiación en el espacio sobre los dispositivos. El estudio está alineado con los temas propuestos en el WP Espacio H2020 del programa de la Comisión Europea [por ejemplo. COCOM-2 a 2017: Competitiveness in Earth observation mission technologies. "The aim of this topic is to demonstrate, in a relevant environment, technologies, systems and sub-systems for Earth observation..."]

El primer objetivo de esta investigación es identificar la relación entre el tipo de daño inducido por diversos tipos de radiación y el posible cambio de las propiedades ópticas tales como el índice de refracción de los materiales y su morfología. El segundo objetivo es el desarrollo de la metodología de caracterización de materiales no uniformes en su espesor y del daño, a través de métodos innovadores no destructivos como Elipsometría, Raman, etc. apoyados en simulaciones numéricas. El tercer objetivo es delinear las directrices para la selección de los materiales más resistentes al ambiente espacial para la fabricación de dispositivos ópticos con tecnologías apropiadas. El Dr. Zerbino visitará el laboratorio de ENEA, Casaccia en septiembre 2017.

Objetivos tecnológicos se agregan al objeto de establecer una colaboración entre dos instituciones de importancia nacional en sus países como ENEA (Agencia Nacional Italiana para la Energía, Nuevas Tecnologías y Desarrollo Económico Sostenible) y la CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica de la Argentina). Los socios seleccionarán los materiales candidatos para su utilización en el desarrollo de tecnologías avanzadas de dispositivos optoelectrónicos para el espacio y su preparación en forma de películas delgadas. Se define un calendario de avance para la preparación y desarrollo de la irradiación de las muestras y se establece las condiciones de irradiación de interés para ambas partes y como se emularían en el Tandem las condiciones espaciales.

Condiciones de la presentación:

- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Investigador, la que deberá incluir:
 - a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 21).

- b. Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, en otra carpeta o caja, en cuyo rótulo se consignará el apellido y nombres del investigador y la leyenda "Informe Científico Período".
 - c. Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.
- B. Envío por correo electrónico:
- a. Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: infinvest@cic.gba.gov.ar (puntos 1 al 21), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.
 - b. En el mismo correo electrónico referido en el punto a), se deberá incluir como un segundo documento un currículum resumido (no más de dos páginas A4), consignando apellido y nombres, disciplina de investigación, trabajos publicados en el período informado (con las direcciones de Internet de las respectivas revistas) y un resumen del proyecto de investigación en no más de 250 palabras, incluyendo palabras clave.

Nota: El Investigador que desee ser considerado a los fines de una promoción, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.