

Electrodeposición de composites de poli(n-metilpirrol) con nanopartículas de Cu

Margarita Sanchez-Jiménez¹, Francesc Estrany^{1,2} y Carlos Alemán^{2,3}

¹ *Departament d'Eng. Química, Escola Univ. d'Eng. Tècnica Industrial de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Comte d'Urgell 187, 08036 Barcelona, Spain. margarita.sanchez@upc.edu*

² *Center for Research in Nano-Engineering, Universitat Politècnica de Catalunya, Campus Sud, Edifici C', C/Pasqual i Vila s/n, Barcelona E-08028, Spain. francesc.estrany@upc.edu*

³ *Departament d'Enginyeria Química, E. T. S. d'Enginyers Industrials, Universitat Politècnica de Catalunya, Diagonal 647, 08028, Barcelona, Spain. carlos.aleman@upc.edu*

Resumen

Nanopartículas esféricas (NPs-Cu) se han inmovilizado en la superficie compacta de películas de poli(N-metilpirrol) (PNMPy) generadas potencioestáticamente por aplicación de un potencial de reducción de -0,60 V a una solución acuosa de CuCl₂. Aunque la densidad numérica de NPs-Cu obtenidas usando este procedimiento no es alta ($4 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-2}$), el diámetro promedio es relativamente alto (~50 nm). La topología superficial y rugosidad de los films de Cu-NPs-PNMPy son intermedias entre aquellas obtenidas para el PNMPy y el PNMPy reducido. Análisis de las propiedades electroquímicas indican que las NPs-Cu promueven la electroactividad del PNMPy, este efecto es más evidente para el compuesto obtenido con los films de PNMPy más finos. Por el contrario, la electroestabilidad y conductividad eléctrica no se ha mejorado por deposición de NPs-Cu. Hallazgos similares se han obtenido para films bicapa PNMPy-Cu-NPs-PNMPy.

Palabras clave: nanocompuesto, poli(N-metilpirrol), nanopartículas Cu, electroactividad.

Abstract

Spherical copper nanoparticles (Cu-NPs) have been immobilized on the compact surface of potentiostatically generated poly(N-methylpyrrole) (PNMPy) films by applying a reduction potential of -0.60 V to a deionized water solution of CuCl₂. Although the number density of Cu-NPs obtained using this procedure is not high ($4 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-2}$), the average diameter is relatively high (~50 nm). The surface topology and roughness of films with Cu-NPs-PNMPy are intermediate between those obtained for as prepared PNMPy and reduced PNMPy. Analysis of the electrochemical properties indicates that Cu-NPs promote the electroactivity of the PNMPy, this effect being more evident for composited made with the thinnest PNMPy films. In opposition, the electrostability and electrical conductivity are not enhanced by deposited Cu-NPs. Similar findings are obtained for bilayered PNMPy-Cu-NPs-PNMPy films.

Keywords: nanocomposite, poly(N-methylpyrrole), copper nanoparticles, electroactivity.

Introducción

El estudio de nuevos materiales obtenidos por adición de nanopartículas (NPs) es el reto más desafiante de la moderna ciencia de materiales. Las NPs metálicas se utilizan con éxito para mejorar la transferencia de electrones y procesos catalíticos de las reacciones electroquímicas¹. Se ha dedicado gran atención a los compuestos formados por mezcla de polímeros conductores (PCs) y NPs metálicas bien dispersas². De entre las NPs metálicas destacan las de Cu (NPs-Cu) por su gran interés como conductor metálico y material nanomagnético. De hecho, las NPs-Cu ya se han inmovilizado físicamente en la superficie de diferentes CPs, como polianilina (PAni), poli(3-metiltiofeno) (P3MT) y polipirrol (PPy)³. En este trabajo se ha examinado la influencia

de NPs-Cu en las propiedades de poli(N-metilpirrol) (PNMPy), por inmovilización de nanopartículas de cobre esféricas sobre una superficie compacta de poli(N-metilpirrol) (PNMPy) generado potencioestáticamente a partir de una solución de cloruro de cobre (II) (CuCl_2).

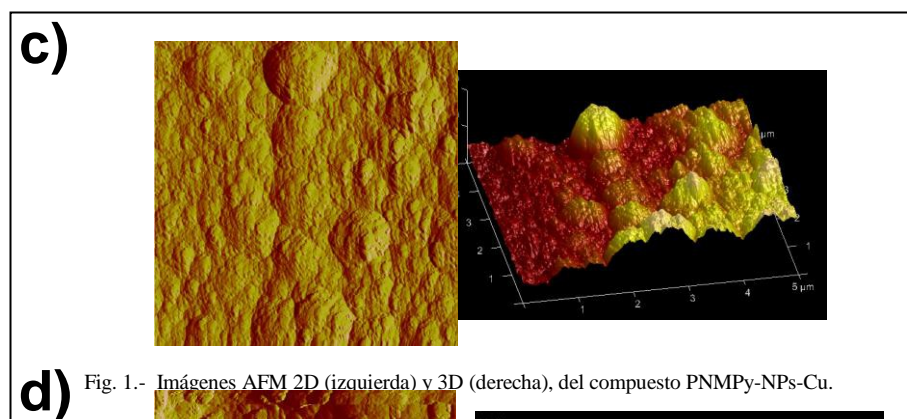
El análisis de las propiedades electroquímicas indica que las NPs-Cu promueven un aumento en la electroactividad del PNMPy. Las NPs-Cu no mejoran la conductividad eléctrica, hecho que se ha podido interpretar con el análisis micrográfico de los films (SEM y AFM).

Materiales y métodos

Los films de PNMPy fueron preparados por cronoamperometría (CA) aplicada a una solución 10 mM de N-metilpirrol (NMPy) y 0,1 M de perclorato de litio (LiClO_4) a potencial de 1,4 V^4 a 25°C, en una celda electrolítica conectada a un potencioestato-galvanostato PGSTAT101 AUTOLAB controlado por el software NOVA 1.6.

El Cu fue depositado electroquímicamente sobre los films de PNMPy desde una solución 0,01 M de CuCl_2 y 0,1 M LiClO_4 bajo un potencial de -0,6 V.

La incorporación de las NPs-Cu sobre el PNMPy se ha constatado por microanálisis SEM. Asimismo, el examen de las imágenes SEM y AFM (Fig. 1) revela cambios morfológicos en la superficie del PC, atribuibles a la presencia del Cu. Se ha determinado que las NPs-Cu se depositan en forma de pequeñas agrupaciones, relativamente muy aisladas unas de otras sobre la superficie del PNMPy. Esto explica que no se incremente la conductividad eléctrica del polímero, ya que no se pueden formar caminos preferentes que faciliten el paso de la corriente.



El incremento de electroactividad de los films de PNMPy por el efecto de las NPs- Cu se ha verificado en una celda de control, obteniéndose en algún caso un incremento muy notable, ya que la capacidad de almacenamiento de carga aumenta hasta más del doble de la del polímero sin incorporación de nanopartículas. Este efecto señala que las NPs-Cu interactúan con las cadenas de PNMPy produciendo un efecto capacitivo.

Este aumento de la electroactividad del PNMPy representa un paso más en las expectativas de la utilización de NPs-Cu como mejora tecnológica de los polímeros conductores.

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia e Innovación, la financiación obtenida del Proyecto: MAT2012-34498.

Referencias

1. Z. He, D. Liu, R. Li, Z. Zhou, and P. Wang. *Anal. Chim. Acta.* 2012; 747: 29-35.
2. R. Gangopadhyay and A. De. *Chem. Mater.* 2000; 12: 608-622.
3. N. Cioffi, L. Torsi, I. Losito, C. Di Franco, I. De Bari, L. Chiavarone, G. Scamarcio, V. Tsakova, L. Sabbatini and P. G. Zambonin. *J. Mater. Chem.* 2001; 11: 1434-1440.
4. R. Oliver, A. Muñoz, C. Ocampo, C. Alemán and F. Estrany. *Chem. Phys.* 2006; 328: 299-306.