

Síntesis electroquímica en un paso de material compuesto de grafeno y polianilina y su estudio como electrocatalizador

C.D Jaimes-Paez¹, E. Morallón¹, D. Cazorla-Amorós²

¹ Departamento de Química Física e Instituto de Materiales, Universidad de Alicante, Alicante.

² Departamento de Química Inorgánica e Instituto de Materiales, Universidad de Alicante, Alicante.

cristian.jaimes11@ua.es

Palabras clave: Electropolimerización, Grafeno, Polianilina, Electrocatalizador.

Introducción

La obtención de grafeno y polianilina por métodos electroquímicos, tienen un enorme potencial para el desarrollo de electrocatalizadores en una variedad de aplicaciones y han sido objeto de investigación intensiva. El grafeno, un material en dos dimensiones compuesto por átomos de carbono, tiene una alta conductividad eléctrica, lo que lo convierte en un candidato perfecto para mejorar la eficiencia de las reacciones electroquímicas. Por otro lado, la polianilina es un polímero conductor que tiene propiedades electrocatalíticas importantes y una buena estabilidad química. Las técnicas electroquímicas tienen gran versatilidad para la síntesis de ambos materiales, lo que permite un control minucioso de su estructura y propiedades.

Por lo anterior el desarrollo de electrocatalizadores basados en grafeno y polianilina pueden mejorar la eficiencia de reacciones como la reacción de reducción de oxígeno (ORR) y la oxidación de hidrógeno (HOR), así como la conversión de energía en dispositivos de almacenamiento, como baterías y pilas de combustible.

En este estudio se realiza una síntesis electroquímica en un solo paso para la obtención de un material compuesto de grafeno y polianilina. Para la síntesis se emplea anilina disuelta en el electrolito, como electrodo se utiliza papel de grafito, al aplicar la diferencia de potencial, se generan dos procesos simultáneos, la electropolimerización de la anilina en polianilina y la intercalación de los iones y de la polianilina en la matriz gráfitica generando la expansión y facilitando su posterior exfoliación para obtener grafeno, dando como resultado un material compuesto con excelentes propiedades para su uso como electrocatalizador. Adicionalmente se estudió la incorporación de polianilina en la dispersión final de material de grafeno obtenido por métodos catódicos, generando así mediante un método sencillo y rápido la incorporación del polímero en las láminas de grafeno.

Experimental

Se llevaron a cabo dos preparaciones distintas para la intercalación de la PANI en el material de grafeno, una de ellas mediante la síntesis electroquímica, en la cual se implementó la expansión catódica para llevar dos procesos simultáneos: la expansión del grafito mediante la intercalación de los iones del electrolito y la intercalación de la anilina en la matriz gráfitica. Para eso se utilizó sulfato de potasio al 0.1 M y Anilina al 0.1 M. subsecuentemente se llevaron a cabo procesos de sonicado y centrifugado para generar la exfoliación final de grafito a grafeno, con lo que se consiguió la obtención final del material de grafeno con intercalación de anilina, con la cual mediante técnicas electroquímicas se generó la electropolimerización a polianilina, obteniendo un material compuesto de Grafeno/PANI. El otro método de síntesis consistió en la obtención de dispersiones de grafeno siguiendo el procedimiento descrito anteriormente [1]. Y posteriormente la incorporación de PANI se realizó mediante el sonicado en baño durante 1 hora de las dispersiones de grafeno y PANI. Se corroboró la correcta incorporación del polímero mediante la caracterización electroquímica. Finalmente se llevó a cabo la pirólisis de los materiales donde se estudió el efecto del material carbonoso, que contiene grupos nitrogenados procedentes de la PANI, en las propiedades del material de grafeno resultante. Adicionalmente se realizaron técnicas de caracterización como, TEM, EDX, XPS y curvas de polarización.

Resultados y discusión

En la figura 1, se presenta el estudio de la incorporación de la PANI en el material de grafeno, los números de las curvas corresponden al orden en el que se realizaron los voltagramas donde se variaron también los intervalos de potencial utilizados para estudiar el comportamiento electroquímico del material. Como se puede observar, se produce una excelente incorporación de la polianilina en el material de grafeno, lo que está corroborado por el aumento del área del voltagrama respecto al del material de grafeno; adicionalmente, el decrecimiento en la intensidad que se observa en los picos anódicos y catódicos se explica debido a la descomposición de la polianilina al realizar los ciclos a potenciales muy positivos.

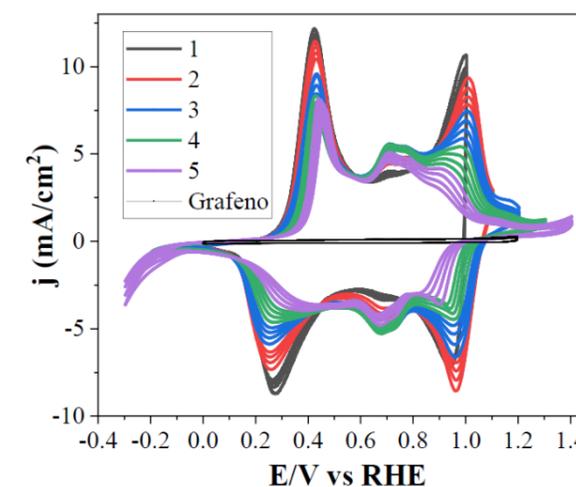


Figura 1. a) Estudio voltamétrico del compuesto Grafeno/PANI en 0.5 M H₂SO₄, a 50 mV/s, en diferentes rangos de voltaje

Conclusiones

Se realizó la síntesis exitosa del material compuesto de Grafeno/PANI, mediante dos diferentes métodos donde se obtuvo una excelente incorporación de la PANI en las láminas del grafeno. Este material compuesto se presenta como una alternativa prometedora para el uso de electrocatalizadores en reacciones de interés como la ORR.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los proyectos PID2019-105923RB-I00 y PID2021-123079OB-I00 financiados por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y "FEDER A way of making Europe", y a la Generalitat Valenciana (GRISOLIA/2020/114) por el apoyo financiero.

Referencias

[1] Jaimes-Paez C D, Morallón E, Cazorla-Amorós D, Few layers graphene-based electrocatalysts for ORR synthesized by electrochemical exfoliation methods, Energy, 278, 2023, 127888.