

Método de obtención por molienda mecánica seca oscilatoria de alta energía, a gran escala y a temperatura ambiente, de material mesoporoso compuesto por pocas láminas de grafeno.

Descripción

La presente detalla un **nuevo** método de producción de **nanomateriales** basados en **grafeno** mediante el cual la obtención en procesos industrializados es de costes asumibles para empresarios del sector.

El grafeno es una sustancia derivada del grafito. Las cualidades de este elemento, transparencia, resistencia, peso, maleabilidad, elevada conductividad eléctrica, capacidad de absorción de ondas electromagnéticas, elevada reactividad, entre otras dan valor y sentido a la producción a gran escala de este material.

¿Cómo funciona?

El procedimiento comprende las siguientes etapas:

- El proceso se realiza en un molino de bolas de movimiento oscilante únicamente a partir de grafito monocristalino en forma de escamas. Este precursor posee entre 2 y 50 μm de longitud y con un espesor menor de 100 nm.
- El precursor (grafito) se introduce en un recipiente metálico cuyo interior está recubierto de carburo de tungsteno para evitar contaminación y/o formación de fases no deseadas.
- Se añade una bola de carburo de tungsteno que cumple una relación de volumen con el polvo de grafito precursor de aproximadamente 1:1 y con el recipiente contenedor de aproximadamente 1:50.
- Se cierra el recipiente y se introduce en los enclaves del molino para proceder a la molienda oscilante de alta energía.
- La frecuencia debe estar comprendida entre 15 y 30 Hz, preferiblemente 225 Hz. Estos valores implican unas frecuencias de oscilación de 1000 y 1500 rpm. El proceso se realiza en condiciones de temperatura y presión ambientales.
- Para la obtención de muestras homogéneas con gran calidad de FLG, el tiempo de proceso de molienda debe estar comprendido entre 100 y 240 minutos. Se incluyen pausas entre 15 y 30 minutos para llegar a la termalización del material y del equipo de molienda a temperatura ambiente y evitar así aumentos indeseados de la temperatura dentro de los tarros generados por la fricción durante la molienda seca oscilante. En caso contrario, podría afectar negativamente al proceso de exfoliación efectiva de FLG y/o generación de fases secundarias no deseadas.

El producto obtenido en forma de polvo posee propiedades estructurales propias de unas pocas capas de grafeno (**FLG**). Las FLG poseen entre 3 y 10 capas de grafeno, no se encuentran oxidadas por el proceso de molienda, presentan defectos estructurales y poseen una absorción electromagnética con un máximo en torno a 260nm (región ultravioleta). Todas estas propiedades son la base de su aplicación en los diversos campos tecnológicos.

Ventajas

- En los últimos años se ha generado un gran **interés comercial, científico y tecnológico** en la producción de materiales bidimensionales como son el grafeno y compuestos basados en el grafeno (GBMs). Este método consigue el apilamiento de entre 3 y 10 láminas de material, conservando ciertas propiedades del grafeno de forma **reproducible a gran escala** por los procesos físicos relativamente **sencillos y económicos**.
- Frente a la exfoliación de capas de grafeno por vía química donde se obtienen grandes cantidades de material de alta pureza, pero que tienen la desventaja de conllevar una gran **cantidad de pasos** químicos (alguno de ellos con implicación del aumento de temperatura espontáneo hasta los 100°C). Además, se utilizan disolventes y agentes fuertemente reductores y oxidantes. Estos son **potencialmente peligrosos** y suponen una **dificultad añadida** para la producción a escala industrial.

- 3- Comparándolo con procesos de molienda mecánica por vía húmeda donde se utilizan disolventes (en ocasiones combinados con otros aditivos), para asistir al proceso de exfoliación. En este caso sería necesario un proceso de purificación posterior que separe la fase sólida del disolvente. Eliminar los aditivos aumenta la complejidad del proceso, los materiales utilizados y, en algunos casos estos pueden comprometer las características del producto final. El material obtenido presentaría desperfectos y modificaciones en las propiedades químicas.

¿Dónde se ha desarrollado?

El método de producción a **gran escala** de grafeno de **pocas capas** (FLG) con alto grado de defectos a partir de grafito por **molienda de bolas** de alta energía por movimiento **oscilante** en **seco** está patentado (ES2779151B2) por la Universidad Complutense de Madrid y ha sido desarrollado en el Instituto de Magnetismo Aplicado. <https://www.ucm.es/ima/>

Y además

Se está trabajando en el uso de las FGL para sensores de NO₂ con excelentes resultados así como para absorbentes de la radiación electromagnética y para supercondensadores. Los resultados son prometedores y muy superiores a otros materiales. (WO2022/008782 A1); (D. Matatagui et al. *Seus. And Act.* 335(15)129657(2021).

Responsable de la investigación

Name and surname: Instituto de Magnetismo Aplicado secretaria.ima@ucm.es