NUEVO MATERIAL CARBONOSO PARA SU USO COMO ELECTRODO DE SUPERCONDENSADORES

TECNOLOGÍA PATENTADA

LICENCIADA EN EXCLUSIVA

DATOS DE CONTACTO:

Relaciones con la Empresa
Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación-OTRI
Universidad de Alicante
Tel.: +34 96 590 99 59
Email: areaempresas@ua.es
http://innoua.ua.es

RESUMEN

E l **departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Alicante, junto con el Instituto Nacional del Carbón, INCAR-CSIC**, han desarrollado un nuevo material carbonoso consistente en un xerogel de carbono que está dopado con grafeno homogéneamente distribuido en su estructura interna. El material desarrollado presenta una elevada área superficial específica y una elevada conductividad eléctrica, lo que le dota de unas excelentes propiedades electroquímicas para su uso como electrodo de supercondensadores.

Este material se produce mezclando resorcinol, formaldehido, metanol, un catalizador y una suspensión acuosa de óxido de grafeno; sometiendo esta mezcla a un calentamiento con microondas y posteriormente a un proceso de carbonización o activación.

Se buscan empresas interesadas en adquirir esta tecnología para su explotación comercial.

INTRODUCCIÓN

Los supercondensadores son dispositivos capaces de almacenar energía eléctrica. La creciente demanda de nuevos sistemas de almacenamiento de energía eléctrica ha producido un notable desarrollo de los mismos. Sus prestaciones dependen en gran medida de las propiedades de los electrodos, siendo necesario un balance entre una elevada conductividad, buenas propiedades porosas y una gran superficie específica.

Los materiales más comúnmente empleados como electrodos para supercondensadores se pueden dividir en tres tipos: óxidos metálicos, polímeros conductores y materiales de carbono. Con los óxidos metálicos se obtienen muy buenos rendimientos, pero son excesivamente caros. El empleo de polímeros conductores también puede dar lugar a buenos resultados, pero estos materiales sufren procesos de oxidación-reducción, con la consiguiente degradación de los polímeros, y por tanto puede ocasionar la degradación de los electrodos, con la consiguiente disminución de capacidad específica. Finalmente, los materiales de carbono se presentan como los materiales del electrodo más atractivos, debido a su bajo coste relativo, elevado área

superficial y gran disponibilidad. Además, éstos pueden presentar unas diferentes propiedades texturales y están disponibles en una gran variedad de formas (aerogeles, xerogeles, nanoplateles de grafeno o grafito, criogeles, nanotubos, etc).

Los materiales de carbono no suelen presentar, en el mismo material, elevadas conductividades eléctricas, superficies específicas y volumen de poros. Esto es debido a que una buena conductividad eléctrica implica un material con una estructura ordenada, como por ejemplo el grafito, lo que a su vez implica unas pobres propiedades porosas; es decir poca superficie específica y poco volumen de poros. Por el contrario, los materiales de carbono con elevada superficie específica y elevado volumen de poros no suelen ser buenos conductores eléctricos, dado que lo primero implica una estructura nanoporosa desordenada que no es buena conductora de la corriente. Esto supone un problema en muchas aplicaciones electroquímicas de estos materiales, como por ejemplo su uso como electrodo de supercondensadores.

Por lo tanto, sería de interés disponer de materiales carbonosos que presenten simultáneamente altas superficies específicas y conductividades eléctricas para poder ser aplicadas como electrodos en supercondensadores.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

El departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Alicante, junto con el Instituto Nacional del Carbón, INCAR-CSIC, han desarrollado un nuevo material de carbono dopado con grafeno que presenta conjuntamente una elevada área superficial específica y una elevada conductividad eléctrica. Dichas propiedades lo convierten en una excelente alternativa para su uso como electrodo de supercondensadores.

El procedimiento de obtención de este material comprende tres etapas:

1. Etapa de preparación de la mezcla precursora. En un recipiente que permita agitación se mezclan: resorcinol, formaldehido, metanol, agua y óxido de grafeno. Para ello se prepara previamente una suspensión acuosa de óxido de grafeno. Una vez mezclados estos componentes se añade un catalizador básico (hidróxido de calcio o hidróxido de sodio), o un catalizador ácido (ácido nítrico o ácido acético). Este catalizador se añade hasta ajustar el pH de la mezcla resultante entre 5.8 y 6.8.

2. Etapa de gelación, curado y secado. Una vez homogenizada la mezcla precursora se vierte en un recipiente adecuado y se somete a un tratamiento térmico (85ºC) durante 4 horas a presión atmosférica, en atmósfera de aire. Esta etapa se lleva a cabo en un horno microondas para acortar drásticamente los tiempos de esta etapa, lo cual permite una producción industrial del material y un abaratamiento en los costes de producción del mismo. En este proceso se obtiene un material que puede ser denominado xerogel orgánico dopado con óxido de grafeno.

3. Etapa de carbonización y activación y reducción del óxido de grafeno. El xerogel orgánico dopado con óxido de grafeno obtenido en el anterior proceso se somete a un nuevo proceso térmico (1000 ºC). Este proceso se lleva a cabo en una atmósfera oxidante de dióxido de carbono (CO2) durante 3 horas. Durante esta etapa se eliminan sustancias volátiles y el xerogel orgánico se transforma en xerogel de carbono, a la vez que se genera microporosidad en el material. Así mismo, el óxido de grafeno se reduce a grafeno por la acción combinada de la temperatura y el carbono.

El material resultante de esta etapa es un carbón de gran pureza (contenido en carbono superior al 95 % en peso), alta porosidad compuesta por microporos y mesoporos, gran superficie específica y una elevada conductividad eléctrica, debido a la presencia de láminas de grafeno homogéneamente distribuidas en el seno del material. En la tabla 1 se muestran todas las características completas del material.

Tabla 1. Características del xerogel de carbono dopado con grafeno

Contenido en peso de carbono	> 95%
Contenido en peso de heteroátomos (H, O o N)	< 5%
Contenido en peso de impurezas inorgánicas	< 0.1%
Mesoporos: • **Volumen** • **Tamaño medio**	 0.5 – 1 cm^3 4 – 10 nm
Volumen de microporos	0.5 – 1 cm^3
Densidad$^{\phi}$	2 – 2.5 g/cm^3
Densidad de empaquetamiento	0.2 – 0.4 g/cm^3
Punto de carga cero	8 – 10
Contenido en peso de grafeno*	1.5 – 5%
Superficie específica	1200 – 2500 m^2/g
Conductividad eléctrica	> 3 S/cm

$^{\phi}$ Determinada por picnometría de Helio.

* Estando el grafeno en forma de láminas con una longitud superior a 10 nm embebidas y distribuidas homogéneamente en el seno del material.

Estas características le convierten en un material idóneo para su uso como electrodo en supercondensadores. Para demostrarlo, se preparó un supercondensador con unos electrodos a partir del material descrito (CG) y se comparó su comportamiento con

condensadores que usan electrodos hechos con el xerogel de carbono sin dopar con grafeno (XE) o con el carbón activado comercial (KU). Los resultados de este estudio mostraron que el supercondensador con los electrodos a partir de CG posee una capacitancia, una energía específica y una potencia específica mucho mayores que las que presentan los condensadores que usan los otros electrodos con el que se comparan (XE y KU). Estos incrementos, son tanto mayores cuanto mayor es la intensidad de corriente específica que se aplica en el supercondensador. Además, la disminución de la capacitancia y la energía específica, al aumentar la intensidad de corriente específica, es mucho menor cuando se utiliza como electrodo el carbón grafenado que cuando se utiliza cualquiera de los otros dos materiales con los que se compara.

VENTAJAS Y ASPECTOS INNOVADORES

ASPECTOS INNOVADORES DE LA TECNOLOGÍA

El principal aspecto innovador del material desarrollado es que mejora otros materiales de carbono nanoporoso existentes, en el sentido de que presenta de forma conjunta buenas propiedades porosas, comparables a las de los carbones activados de elevada superficie específica, y una conductividad eléctrica superior a la de otros carbones nanoporoso de elevada superficie específica.

VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA

- El hecho de que la etapa de gelación se realice en un horno microondas acorta los tiempos de esta etapa y permite una producción industrial del material a un menor coste de producción.
- El uso de pequeñas cantidades de óxido de grafeno (menos del 1% en peso) facilita la preparación de suspensiones acuosas de este material, a la vez que también repercute en un menor coste de producción.
- Las propiedades porosas de CG y KU son similares y ambos poseen un mayor volumen de poros que KU y un volumen de mesoporos que triplica el de KU.
- La conductividad eléctrica de CG es casi el triple que la de XE y más de 6 veces la de KU.

ESTADO ACTUAL

El material está totalmente desarrollado a escala laboratorio. Se ha construido un supercondensador que usa electrodos hechos con el material objeto de la invención y ha demostrado poseer una capacitancia, una energía específica y una potencia específica mucho mayores que otros sistemas ya en el mercado con los que se ha comparado. Los resultados han determinado la idoneidad de este material para su uso como electrodo de supercondensadores.

APLICACIONES DE LA OFERTA

La presente invención pertenece al sector de los materiales con aplicaciones electroquímicas, específicamente al de los materiales carbonosos.

El material desarrollado puede ser usado como electrodo en supercondensadores, los cuales pueden emplearse:

- para almacenar grandes cantidades de energía eléctrica;
- como apoyo a la red eléctrica para compensar fluctuaciones de corta duración;
- en vehículos eléctricos o híbridos; o
- como sistemas de transferencia de potencia.

COLABORACIÓN BUSCADA

Se buscan empresas interesadas en adquirir esta tecnología para su explotación comercial mediante:

- Acuerdos de licencia de la patente.
- Búsqueda de oportunidades de financiación para desarrollar nuevas aplicaciones, adaptarlo a las necesidades específicas de la empresa, etc.
- Acuerdos en materia de transferencia de tecnología y de conocimiento.

DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Esta tecnología se encuentra protegida mediante **solicitud de patente.**

- *Título de la patente: "Carbón nanoporoso grafenado, procedimiento de preparación y uso como electrodo".*
- *Número de solicitud: P201631248*
- *Fecha de solicitud: 26/09/2016*

SECTORES DE APLICACIÓN (3)

Materiales y Nanotecnología
Tecnología Química
Transporte y Automoción