

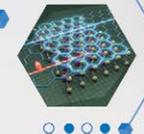
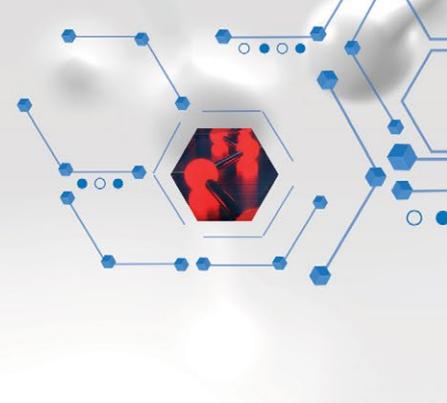
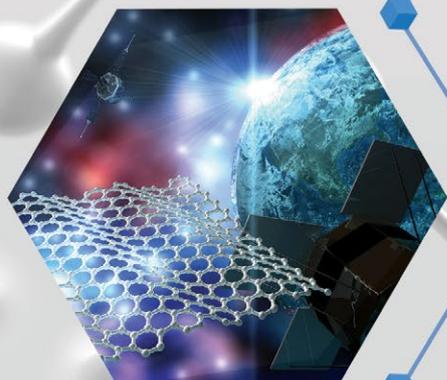


Results Pack de CORDIS grafeno

Compendio temático de resultados de investigación e innovación financiados con fondos europeos

Enero 2019

Nuevas aplicaciones innovadoras para el grafeno y los materiales bidimensionales



Investigación
e innovación

Índice

3

La inversión europea en el grafeno

5

La versatilidad del grafeno llega a las aplicaciones espaciales

7

Rendimiento espectacular del grafeno en comunicaciones ópticas de alta velocidad

9

Llevar la fabricación en serie del grafeno a la siguiente era

11

Nuevos materiales basados en el grafeno

13

El grafeno hace posible la espintrónica de baja dimensión a temperatura ambiente

15

Avances biomédicos gracias al uso del grafeno

17

Detectores de puntos cuánticos de grafeno para la próxima generación de dispositivos vestibles de control de la salud

19

Utilización del grafeno como una lupa extremadamente potente

21

Uso del grafeno para conseguir acelerómetros de túnel perfectos

23

Tecnología LbL aplicada al óxido de grafeno

25

Polímeros reforzados con grafeno listos para su comercialización

Editorial

El grafeno es un cristal atómico bidimensional compuesto por átomos de carbono dispuestos en una red hexagonal. Su grosor es tan solo de un átomo y, por tanto, se trata del compuesto más fino que se conoce, así como el más fuerte (entre cien y trescientas veces más fuerte que el acero), el más ligero (un metro cuadrado pesa cerca de 0,77 miligramos) y es extremadamente flexible.

Un material para el futuro

Este Results Pack de CORDIS presenta doce artículos sobre seis ambiciosos proyectos europeos de investigación punteros financiados por programas de investigación del 7PM y Horizonte 2020 de la Unión Europea (UE) dedicados al grafeno y los materiales bidimensionales. De estos, siete artículos abarcan varias facetas de la iniciativa Graphene Flagship.

Esta iniciativa, la mayor en investigación de la UE, que cuenta con un presupuesto de 1 000 millones de euros y representa una nueva forma de investigación conjunta coordinada a una escala sin precedentes. La labor científica llevada a cabo por un consorcio académico-comercial abarca la cadena de valor al completo, materiales de producción, componentes, integración de sistemas, etc., y su objetivo es aprovechar las propiedades singulares del grafeno.

Una introducción al grafeno resume el trabajo realizado por Graphene Flagship, que incluye una colaboración con la Agencia Espacial Europea (AEE) sobre el uso del grafeno en aplicaciones espaciales, como la propulsión lumínica y la gestión térmica. Unos investigadores emplearon además sistemas de comunicación optoelectrónica para ofrecer velocidad de transferencia de datos para el futuro. La producción a gran escala de grafeno destinada a aplicaciones comerciales implicó ampliar la escala de los procesos de fabricación a un nivel industrial sin menoscabo de la consistencia, la calidad y la rentabilidad.

Un equipo de científicos investigó los procesos y las aplicaciones funcionales del grafeno y otros materiales relacionados de cara a crear nuevas estructuras moleculares con propiedades singulares. La espintrónica del grafeno aprovecha la carga y el espín del electrón a temperatura ambiente para crear nuevas formas de procesar y almacenar información. Por último, la iniciativa investigó el empleo de grafeno en aplicaciones biomédicas a fin de crear dispositivos médicos innovadores y sensores con los que detectar, tratar y gestionar enfermedades del sistema nervioso.

No toda la investigación europea en torno al grafeno se enmarca en la iniciativa Graphene Flagship, pues existen otros mecanismos de financiación europea para acometer distintos proyectos. GRAPHEALTH produjo la nueva generación de sensores vestibles, mientras que GRASP utilizó las interacciones entre el grafeno y la luz en computación cuántica y biomedicina. GraTA desarrolló acelerómetros de túnel para su empleo en la vigilancia de vibraciones en máquinas. HIGRAPHEN creó compuestos de polímeros densos para su empleo en campos como la optoelectrónica y el almacenamiento de energía. PolyGraph, (en estrecha colaboración con Graphene Flagship), estudió polímeros reforzados con grafeno para su aprovechamiento en los sectores de la aeronáutica y la automoción.

La inversión europea en el grafeno

El grafeno, el primer material bidimensional del mundo, posee propiedades únicas y excepcionales. Una importante iniciativa financiada con fondos europeos ha desarrollado el material y su aplicación en un sinfín de nuevas tecnologías.

El grafeno es un material corriente: la mina de los lapiceros es en realidad grafito, que está constituido por múltiples capas de grafeno apiladas unas encima de otras. Tras el aislamiento por primera vez del grafeno (formado por una monocapa de átomos de carbono) en 2004 por Andre Geim y Konstantin Novoselov en la Universidad de Mánchester, los científicos han descubierto que las capas individuales del grafeno poseen propiedades excepcionales. Estas propiedades incluyen la conductividad térmica más alta de todos los materiales conocidos, así como una resistencia y conductividad eléctrica muy altas. Además, el grafeno es hidrófobo, transparente y flexible, y las combinaciones de estas propiedades se pueden aplicar a muchas áreas diferentes.

El objetivo de la iniciativa financiada con fondos europeos [Graphene Flagship](#) es trasladar el grafeno y los materiales relacionados con el grafeno (GRM, por sus siglas en inglés) del laboratorio a la sociedad mediante el desarrollo de nuevos productos fascinantes y versátiles. La iniciativa pretende contribuir al crecimiento económico de Europa gracias a la creación de nuevas oportunidades de empleo.

Inversión significativa

Esta iniciativa, la mayor en investigación de la Unión Europea y con una duración de diez años y un presupuesto de





Los esfuerzos de investigación abarcan toda la cadena de valor, desde la producción de materiales hasta las tecnologías de componentes, y la integración de sistemas, que van desde la electrónica o la optoelectrónica hasta los materiales compuestos, las baterías y los recubrimientos.

1 000 millones de euros, representa una nueva forma de investigación conjunta coordinada a una escala sin precedentes. Está financiada conjuntamente por la Comisión Europea, los Estados miembros y los países asociados, cuenta con más de 150 grupos de investigación de veintitrés países e incluye a instituciones académicas, institutos de investigación y empresas. «Los esfuerzos de investigación abarcan toda la cadena de valor, desde la producción de materiales hasta las tecnologías de componentes, y la integración de sistemas, que van desde la electrónica o la optoelectrónica hasta los materiales compuestos, las baterías y los recubrimientos», señala el doctor Jari Kinaret, director de Graphene Flagship.

En la fase actual del programa Graphene Flagship, denominada fase principal 2 y que se desarrollará entre 2018 y 2020, se están

llevando a cabo seis proyectos punteros. Estos proyectos se centran en una amplia gama de áreas de aplicación, pero todos tienen como objetivo desarrollar productos nuevos o mejorados a partir de los GRM. El avance hacia un mayor nivel de preparación tecnológica es ya todo un hecho después de que las organizaciones asociadas crearan seis empresas derivadas a partir de su trabajo, que obtuvieron más de 20 millones de euros en fondos de capital riesgo.

El doctor Kinaret comenta: «Es bastante difícil elegir lo más destacado entre los resultados individuales. No obstante, destacaría los sistemas de comunicación extremadamente rápidos, como fotodetectores de alta velocidad y un interruptor fotónico para sistemas de comunicación 5G». Otros ejemplos incluyen una combinación de diferentes tecnologías escalables para producir escamas de grafeno a través de la exfoliación electroquímica o la exfoliación por cizallamiento, que ya se han comercializado.

Principales beneficios

La iniciativa también promueve la sostenibilidad a través de investigadores que trabajan en diversas tecnologías relacionadas con las energías renovables. El doctor Kinaret explica: «Por ejemplo, estamos desarrollando un parque de energía solar en Creta y tecnologías de almacenamiento de energía que son cruciales para la electromovilidad. En términos más generales, muchas de las tecnologías en las que estamos trabajando ayudan a reducir el consumo de energía al favorecer la producción de coches y aviones más ligeros. Además, estamos desarrollando una amplia gama de sensores para aplicaciones medioambientales y médicas».

Las propiedades térmicas y de resistencia únicas del grafeno lo hacen ideal para mejorar el rendimiento de las aplicaciones aeroespaciales y satelitales. Al combinarse con materiales compuestos o plásticos, el grafeno se comporta excepcionalmente bien en términos de resistencia general, resistencia del material o conductividad térmica. El grafeno también es útil en aplicaciones novedosas de diagnóstico y tratamiento, como la administración de medicamentos y los biosensores.

Europa es ahora un actor importante en la revolución del grafeno. «Al trasladar el grafeno del ámbito de los laboratorios académicos a la sociedad, Graphene Flagship pretende generar crecimiento económico, nuevos puestos de trabajo y nuevas oportunidades para los europeos, ya sean inversores o trabajadores», concluye el doctor Kinaret.

PROYECTO

Graphene Flagship

COORDINADO POR

Universidad Tecnológica Chalmers, Suecia

FINANCIADO CON ARREGLO A

Horizonte 2020

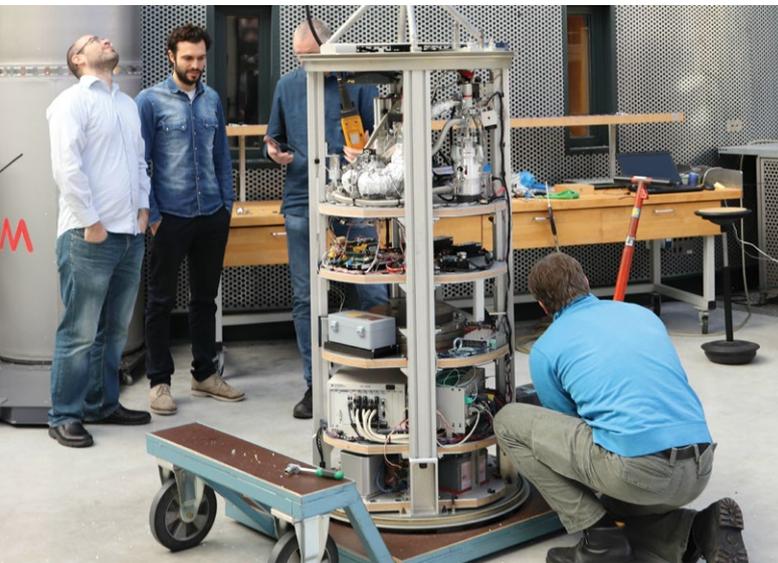
SITIO WEB DEL PROYECTO

graphene-flagship.eu



La versatilidad del grafeno llega a las aplicaciones espaciales

Investigadores europeos han evaluado por primera vez el grafeno en condiciones de microgravedad mediante un ingenioso conjunto de experimentos. Sus resultados prometedores proporcionan una base de gran valor para el desarrollo de dispositivos de grafeno para su uso en el espacio.



© Graphene Flagship

El grafeno posee propiedades mecánicas, eléctricas y térmicas únicas, que alientan a los investigadores a explorar la utilidad de esta red bidimensional de carbono puro.

Investigadores y estudiantes de la iniciativa de investigación Graphene Flagship, en colaboración con la Agencia Espacial Europea (AEE), han descubierto un potencial adicional para el material que lo hace adecuado para su uso en aplicaciones espaciales, incluidas la propulsión lumínica y la gestión térmica. Los resultados producidos por esta sinergia bien orquestada constituyen el primer paso hacia la ampliación de las fronteras de la investigación del grafeno.

Navegación en el espacio gracias al grafeno

Breakthrough Starshot es un proyecto de investigación e ingeniería de Breakthrough Initiatives que tiene como objetivo desarrollar una flota de prueba de concepto de vehículos espaciales de propulsión lumínica con velas solares que alcanzará el sistema estelar Alfa Centauri en un plazo de veinte años tras su lanzamiento.

Un equipo de estudiantes de posgrado de Graphene Flagship en la Universidad Técnica de Delft (los Países Bajos) que participa en el programa Drop Your Thesis! de la Oficina de Educación de la AEE dio un primer paso hacia este ambicioso objetivo. El programa les brindó la oportunidad de realizar un experimento de microgravedad en la torre de caída libre del Centro de Tecnología Espacial Aplicada y Microgravedad (ZARM, por sus siglas en alemán) de Bremen con el objetivo de evaluar el potencial del grafeno como material para las velas solares empleadas como sistema de propulsión en vehículos espaciales.

Para crear las condiciones de microgravedad necesarias, se dejó que una cápsula que contenía cámaras, láseres y grafeno se precipitara por una torre de 150 metros de alto, lo que le confirió 4,5 segundos de ingravidez. La presión de radiación de la luz láser de alta potencia sobre la membrana de grafeno propició que la vela se moviera. El equipo cuantificó este desplazamiento con un microscopio para determinar el empuje en las velas de grafeno.



Los experimentos demostraron que el grafeno mejoraba la presión capilar del fluido en la mecha metálica en un 40 %, y la tasa de evaporación en un 800 %.

«Para lograr una propulsión eficaz, las velas solares deben poseer una gran superficie pero, al mismo tiempo, ser lo más ligeras posible. El grafeno cumple con estos requisitos, ya que es muy ligero y resistente, y puede aplicarse sobre una superficie grande», señala el profesor Andrea Ferrari, director de Ciencia y Tecnología de Graphene Flagship en la Universidad de Cambridge (el Reino Unido).

El grafeno difunde el calor

Los investigadores de los institutos asociados de Graphene Flagship de la Universidad Libre de Bruselas (ULB, Bélgica), la Universidad de Cambridge (el Reino Unido), la Unidad de Bolonia del Consejo Nacional de Investigación Italiano (CNR, Italia) y Leonardo (Italia) diseñaron un experimento para evaluar cómo los recubrimientos a base de grafeno pueden mejorar la eficiencia de los sistemas de refrigeración de los satélites utilizando las propiedades térmicas únicas del material.

El profesor Ferrari explica: «El grafeno se utiliza en lo que se conoce como tuberías de calor de circuito cerrado, que son bombas que mueven un fluido sin necesidad de piezas mecánicas. Esto tiene una gran importancia para las operaciones espaciales ya que no hay desgaste ni necesidad de mantenimiento. Por ejemplo, las tuberías de calor de circuito cerrado pueden transportar el calor de los sistemas electrónicos calientes de los satélites al espacio».

El material fue llevado a bordo de un vuelo parabólico en el avión Novespace Zero-G, en el que se crean condiciones de microgravedad a intervalos de unos veinticuatro segundos cada vez. El equipo realizó seis vuelos, cada uno consistente en treinta y un arcos parabólicos, a fin de alcanzar en total más de una hora de microgravedad.

«El grafeno a bordo soportó estas condiciones y exhibió un buen rendimiento. Los experimentos demostraron que el grafeno mejoraba la presión capilar del fluido en la mecha metálica en un 40 %, y la tasa de evaporación en un 800 %», señala el profesor Ferrari.

Ambos experimentos supusieron una demostración excepcional del diverso potencial del grafeno, que ahora ha ampliado sus límites al establecer su utilidad en el espacio. Basándose en los resultados prometedores, Graphene Flagship continúa desarrollando y optimizando dispositivos de grafeno para aplicaciones en condiciones espaciales reales.

PROYECTO

Graphene Flagship

INSTITUCIÓN ENTREVISTADA

Universidad de Cambridge, el Reino Unido

FINANCIADO CON ARREGLO A

Horizonte 2020

SITIO WEB DEL PROYECTO

graphene-flagship.eu



Rendimiento espectacular del grafeno en comunicaciones ópticas de alta velocidad

La integración de láminas de grafeno en dispositivos fotónicos de silicio podría constituir la base de la comunicación de datos de nueva generación. Los investigadores de la iniciativa Graphene Flagship han acercado la tecnología a su aplicación mediante la demostración de la primera comunicación de datos basada en grafeno de alta velocidad del mundo con una velocidad de transmisión de datos de 50 Gb/s.



Al ofrecer velocidades y ritmos altos de transmisión de datos, los dispositivos fotónicos basados en el grafeno son fundamentales para la transferencia de datos de próxima generación.

El programa Graphene Flagship se propone actuar como revulsivo para el desarrollo de aplicaciones innovadoras al aunar los esfuerzos de los sectores académico y empresarial para llevar este versátil material a la sociedad en un plazo de diez años. La importancia de integrar el grafeno en dispositivos fotónicos de silicio quedó patente a tenor de los resultados conjuntos obtenidos gracias a la colaboración entre los socios de Graphene Flagship, que incluyen a: AMO GmbH (Alemania), el Consorcio Nacional Interuniversitario de Telecomunicaciones (CNIT, Italia), Ericsson (Suecia), la Universidad de Gante (Bélgica), el Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO, España), el imec (Bélgica), Nokia (Alemania e Italia), la Universidad Politécnica de Viena (TU Wien, Austria) y la Universidad de Cambridge (el Reino Unido).

mentar la velocidad y reducir la potencia y la huella de los componentes básicos de la tecnología fotónica sobre silicio en un solo chip. Pero el grafeno, con su capacidad de emisión, modulación y detección de señales, puede erigirse como la próxima tecnología revolucionaria que permita lograr este cometido.

«El grafeno constituye una solución integral para las tecnologías optoelectrónicas», comenta Daniel Neumaier de AMO GmbH, responsable de la División de Integración Fotónica y Electrónica de Graphene Flagship. Sus propiedades ópticas ajustables, alta conductividad eléctrica, banda espectral ancha de funcionamiento y compatibilidad con la tecnología fotónica sobre silicio permiten la integración monolítica de moduladores de fase y absorción, interruptores y fotodetectores. La integración en un solo chip puede aumentar el rendimiento de los dispositivos y reducir considerablemente su huella y costes de fabricación.

Una maravilla de un solo chip

Existe un consenso generalizado sobre la idoneidad del silicio como material para la integración monolítica en la fotónica. Con todo, hasta el momento no se ha logrado au-

No depender exclusivamente del silicio

La modulación y la detección de luz son funciones fundamentales

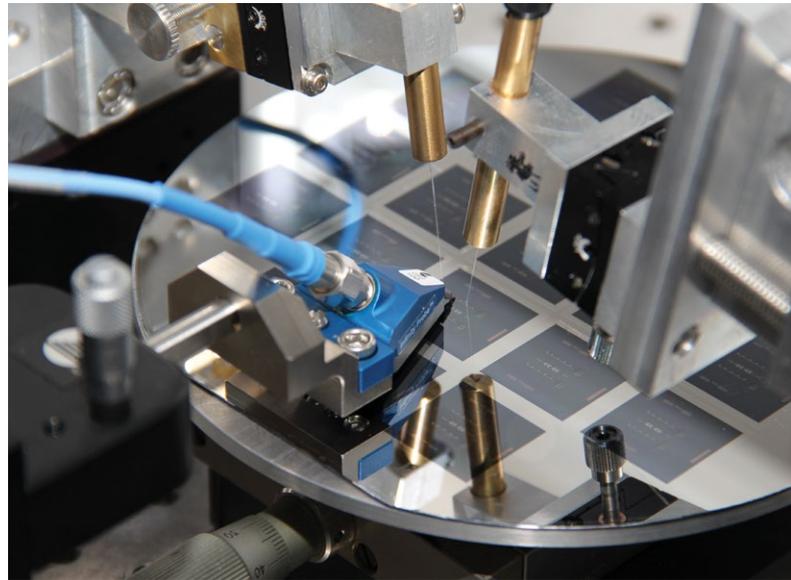
de los circuitos integrados fotónicos. El grafeno, al carecer de banda prohibida, permite la detección de luz de banda ancha con un solo material, ya que exhibe una capacidad de absorción uniforme en todo el rango espectral, desde el espectro visible hasta el infrarrojo. Este material bidimensional también posee propiedades de electroabsorción y electrorrefracción que pueden emplearse para la modulación ultrarrápida.

En lugar de basarse en la costosa tecnología de obleas de silicio sobre aislante empleada con profusión en la tecnología fotónica sobre silicio, los investigadores de Graphene Flagship propusieron una configuración más conveniente. Esta consistía en un par de láminas de grafeno monocapa (SLG, por sus siglas en inglés) y un condensador formado por una pila SLG-aislante-SLG sobre una guía de ondas pasiva. «Una disposición de este tipo presenta varias ventajas en comparación con los moduladores fotónicos de silicio», explica Neumaier. La fabricación del modulador no depende del material de la guía de ondas o de los mecanismos de modulación de electroabsorción y electrorrefracción, tal y como puntualiza el investigador. Además, la sustitución de los fotodetectores de germanio por el SLG elimina la necesidad de emplear módulos de epitaxia de germanio, que son bastante caros, y procesos especializados de dopaje asociados.

El nitruro de silicio (SiN) demostró ser un buen sustrato para la síntesis de grafeno, lo que proporcionó una alta movilidad de los portadores de carga, transparencia en las regiones visible e infrarroja del espectro y una compatibilidad perfecta con las tecnologías de silicio y de semiconductores complementarios de óxido de metal (CMOS, por sus siglas en inglés). Como plataforma para la guía de ondas pasiva, el SiN facilita la integración láser y el acoplamiento de fibra en la guía de ondas, lo que favorece el diseño de dispositivos miniaturizados.

Un futuro brillante para la fotoelectrónica basada en el grafeno

Aprovechando el potencial del grafeno, los investigadores demostraron satisfactoriamente la comunicación de datos con componentes fotónicos de grafeno a una velocidad de transmisión



de datos de hasta 50 Gb/s. Un modulador basado en grafeno procesaba los datos en el lado del transmisor de la red, codificando un flujo de datos electrónicos en una señal óptica. En el lado del receptor, un fotodetector basado en grafeno transformaba la modulación óptica en una señal electrónica. «Estos resultados constituyen un comienzo prometedor para el uso de dispositivos fotónicos basados en grafeno en la comunicación de datos de nueva generación», concluye Neumaier.

PROYECTO

Graphene Flagship

INSTITUCIÓN ENTREVISTADA

AMO GmbH, Alemania

FINANCIADO CON ARREGLO A

Horizonte 2020

SITIO WEB DEL PROYECTO

graphene-flagship.eu



Llevar la fabricación en serie del grafeno a la siguiente era

La combinación única de propiedades del grafeno allana el camino para una amplia variedad de aplicaciones, desde la energía y la electrónica hasta los dispositivos biomédicos y las aeronaves. A fin de satisfacer esta demanda creciente, los investigadores tienen que aumentar la producción de grafeno a escala industrial.

Tradicionalmente, el grafeno se produce a través el procesamiento del grafito o metodologías de deposición química en fase de vapor (CVD, por sus siglas en inglés), cada una de las cuales confiere diferentes propiedades y calidades a los materiales. Aunque la CVD es un método escalable, solo produce monocapas de grafeno de alta calidad adecuadas para su uso en semiconductores.

El paquete de trabajo de Producción de Graphene Flagship, dirigido por el doctor Alex Jouvray de [Aixtron Ltd](#) en el Reino Unido, se centra en la fabricación en serie de grafeno para aplicaciones comerciales. La idea es aumentar a escala industrial los procesos de fabricación de CVD y grafeno en obleas de forma rentable, al tiempo que se mantiene la consistencia y una alta calidad. «Nuestra meta es establecer una cadena de suministro de grafeno a nivel industrial en Europa que pueda respaldar las diversas aplicaciones de este material», explica el doctor Jouvray. Los socios del paquete de trabajo incluyen un fabricante de equipos industriales (Aixtron Ltd), productores comerciales de grafeno (Avanzare Innovación Tecnológica S.L., Graphenea SA y Grupo Antolín-Ingeniería SA) y usuarios finales del grafeno como Airbus Operations SL y Aernnova.

Metodologías de producción

Los métodos de procesamiento del grafeno como la exfoliación, la sonicación y el tratamiento con plasma fragmentan el grafito de manera controlada, lo que resulta en la obtención de escamas de grafeno. La exfoliación permite producir escamas de grafeno de muy alta calidad, pero no es un método escalable. Por otro lado, el tratamiento con plasma y la sonicación permiten producir

grandes cantidades de óxido de grafeno, óxido de grafeno reducido y nanoplaquetas de grafeno que sirven como aditivos para plásticos, pueden incorporarse en polímeros reforzados con vidrio o en hormigón para conferir resistencia y conductividad térmica. Además, estos materiales relacionados con el grafeno son adecuados para recubrimientos y aplicaciones de impresión.

Los investigadores han desarrollado satisfactoriamente una metodología para la deposición a gran escala de grafeno sobre láminas, junto con una tecnología de recubrimiento que transfiere grafeno de alta calidad sobre sustratos de gran superficie. Asimismo, Avanzare Innovación Tecnológica S.L. ha aumentado la producción de grafeno a toneladas por año, lo que le permite ejercer como proveedor para otros socios de Graphene Flagship.

Nuevos productos basados en el grafeno

Aparte de los sistemas de producción y deposición de grafeno, también se ha dedicado un esfuerzo considerable a la calificación de productos basados en el grafeno en un entorno real. En este contexto, se han comercializado toda una serie de productos que contienen grafeno, como raquetas de tenis, tapizados interiores para los techos de automóviles, así como



Nuestra meta es establecer una cadena de suministro de grafeno a nivel industrial en Europa que pueda respaldar las diversas aplicaciones de este material.



© Graphene Flagship

una amplia gama de materiales relacionados con el grafeno. El paquete de trabajo de Producción se centra específicamente a las industrias automotriz, aeroespacial y optoelectrónica.

Mediante la adición de grafeno a un material compuesto con polímeros, los investigadores han logrado desarrollar un plástico retardante de llama para su aplicación potencial en las industrias automotriz y de la construcción. La incorporación de estos materiales inteligentes junto con sistemas eficientes de detección de incendios puede, sin duda, mejorar la seguridad de los edificios. Al mismo tiempo, dado el problema acuciante de los incendios de vehículos de carretera, los materiales ignífugos contribuirán a mejorar la seguridad vial.

El desarrollo de estructuras reforzadas con grafeno para aplicaciones aeroespaciales también tiene una gran importancia, ya que el grafeno confiere mejores propiedades mecánicas y

una mayor conductividad a los materiales compuestos. Ingenieros y científicos de Airbus Operations, Aernnova y Grupo Antolín-Ingeniería SA han desarrollado un prototipo de componente para aeronaves utilizando materiales compuestos basados en el grafeno que proporciona protección contra rayos con un peso reducido.

Hasta hace poco, el uso del grafeno estaba circunscrito en gran medida al ámbito científico. «En el paquete de trabajo de Producción, el desarrollo del grafeno es impulsado en su totalidad por la industria, y los productores de materiales y equipos tienen que cumplir estrictos protocolos de producción y control de calidad», señala el doctor Jouvray.

El grafeno se está posicionando rápidamente como el material del siglo XXI, por lo que la industria tiene que mantener el ritmo con los procesos de producción. El doctor Jouvray cree que Graphene Flagship «creará un ecosistema impulsado por la industria para el grafeno y sus productos relacionados, que ampliará sus aplicaciones potenciales».

PROYECTO

Graphene Flagship

INSTITUCIÓN ENTREVISTADA

Aixtron Ltd, el Reino Unido

FINANCIADO CON ARREGLO A

Horizonte 2020

SITIO WEB DEL PROYECTO

graphene-flagship.eu



Nuevos materiales basados en el grafeno

La contaminación constituye un problema muy grave en muchas partes del mundo, especialmente en las zonas urbanas. Los investigadores del paquete de trabajo dedicado a Recubrimientos y Espumas Funcionales de Graphene Flagship han desarrollado soluciones para luchar contra la contaminación ambiental, entre otras aplicaciones, mediante la utilización de nuevos materiales basados en el grafeno.

El entusiasmo generalizado suscitado entorno a las aplicaciones del grafeno en la industria se ha visto menoscabado por los costes elevados, la escalabilidad y las limitaciones relacionadas con la calidad. En este contexto, se han evaluado diferentes metodologías que, o bien provocan defectos en el material resultante, o bien adolecen de un rendimiento limitado. Por lo tanto, existe una necesidad apremiante de producir grafeno de alta calidad a gran escala con funcionalidades novedosas.



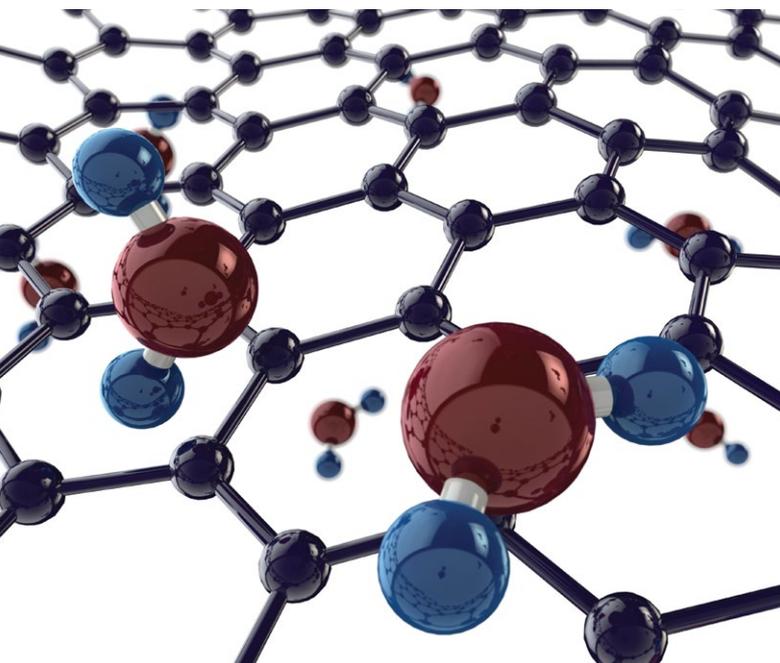
La exfoliación electroquímica y la funcionalización del grafito ayudarán a salvar la brecha entre la ciencia de los materiales y las aplicaciones prácticas.

El paquete de trabajo dedicado a Recubrimientos y Espumas Funcionales, dirigido por el profesor Xinliang Feng de la Universidad Técnica de Dresde (Alemania), se centra en el procesamiento químico y las aplicaciones funcionales del grafeno y los materiales relacionados con el grafeno (GRM, por sus siglas en inglés). «Nuestros objetivos son crear estructuras porosas tales como espumas y membranas, principalmente para filtración, y películas delgadas funcionales para diversas aplicaciones», explica el doctor Martin Lohe, responsable del grupo de Innovación e Industria en la Universidad de Dresde.

Producción de grafeno a gran escala

Los investigadores han desarrollado satisfactoriamente un proceso de producción de grafeno basado en la exfoliación electroquímica, que proporciona grafeno de alta calidad con un rendimiento tremendamente mejorado. Este implica el uso de un electrolito y una corriente eléctrica que favorecen la expansión estructural en cuestión de minutos u horas en condiciones ambientales. La exfoliación electroquímica es además respetuosa con el medio ambiente y puede adaptarse a los recursos naturales de carbono.

La ventaja más llamativa de este método es que permite producir grafeno con propiedades ajustables con tan solo reemplazar el material de partida y las condiciones del proceso. De esta manera, el grafeno puede fabricarse a medida en función de la aplicación de interés.



Los investigadores tuvieron que hacer frente a ciertos obstáculos relacionados, en gran medida, con la tendencia del grafeno de alta calidad a apilarse de nuevo. Para abordar este problema, utilizaron agentes funcionalizadores que proporcionaron grafeno altamente conductivo pero soluble en agua. Este método aumentó a la vez el rendimiento y la estabilidad del material.

Nuevas aplicaciones para el grafeno

La funcionalización del grafeno lo hace idóneo para una amplia variedad de aplicaciones como, por ejemplo, la fotocatalisis en entornos interiores y exteriores, la desalinización y la purificación, el almacenamiento de energía y los sensores químicos. Los socios del paquete de trabajo dedicado a Recubrimientos y Espumas Funcionales han producido tintas de grafeno utilizadas para imprimir de manera íntegra sensores y dispositivos de almacenamiento de energía.

Las nuevas aplicaciones de los GRM de Graphene Flagship incluyen estrategias de purificación del agua como la filtración y la desalinización. Esta última representa una perspectiva prometedora para la producción sostenible, rentable y energéticamente eficiente de agua limpia a partir de aguas salobres y de mar. Los GRM también son adecuados para su uso en sistemas de catalización destinados a la producción de hidrógeno, y en forma de espumas para fines de alumbrado y como elementos de calentamiento rápido. Es más, el grafeno también puede emplearse para mejorar la capacidad del óxido de titanio para disgregar ciertos contaminantes. El cemento reforzado con grafeno y óxido de titanio puede utilizarse como material de

recubrimiento fotocatalítico en edificios inteligentes que puede purificar el aire de nuestras ciudades y eliminar los contaminantes del agua.

El gran número de solicitudes de patentes, premios y publicaciones científicas ponen de relieve los múltiples logros científicos del paquete de trabajo. Cabe destacar las veinticinco colaboraciones en marcha con socios industriales y las dos empresas derivadas creadas que impulsan el desarrollo de metodologías de producción y productos basados en el grafeno para su comercialización.

Es más, los resultados y los materiales nanocompuestos producidos en este paquete de trabajo son puestos en común con otras actividades de Graphene Flagship para su uso en dispositivos de trabajo para campos como la electrónica impresa, los sensores, las pilas de combustible y las celdas fotovoltaicas. Esto fomentará las aplicaciones del grafeno más allá de las tecnologías actuales. Al comentar la exfoliación electroquímica y la funcionalización del grafito, el profesor Feng confía en que «ayudarán a salvar la brecha entre la ciencia de los materiales y las aplicaciones prácticas».

PROYECTO

Graphene Flagship

INSTITUCIÓN ENTREVISTADA

Universidad Técnica de Dresde (TUD), Alemania

FINANCIADO CON ARREGLO A

Horizonte 2020

SITIO WEB DEL PROYECTO

graphene-flagship.eu



El grafeno hace posible la espintrónica de baja dimensión a temperatura ambiente

Los investigadores de Graphene Flagship desarrollaron dispositivos espintrónicos basados en el grafeno que utilizan tanto la carga de electrones como el espín electrónico a temperatura ambiente. Mediante la demostración de la viabilidad del espín para puentear distancias de hasta varios micrómetros, los resultados abren nuevas oportunidades para integrar el procesamiento y el almacenamiento de información en un solo chip.



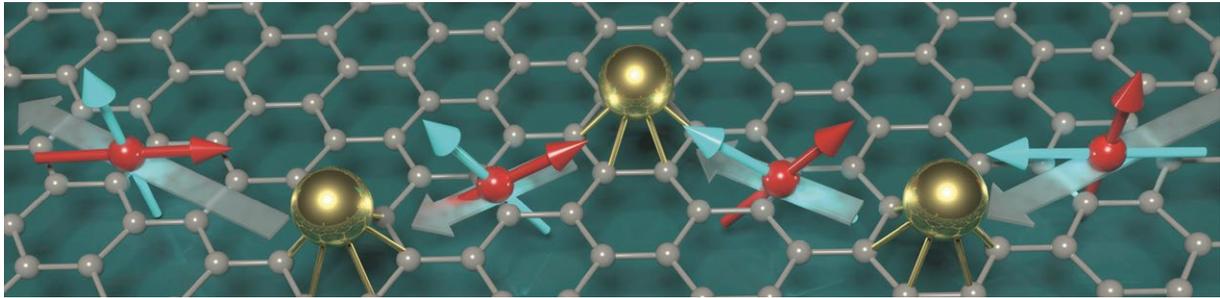
Dado que la miniaturización constituye el motor principal de la industria electrónica, el grafeno proporciona nuevas oportunidades para condensar operaciones basadas en el espín con elementos de memoria magnética en una única plataforma.

Desde el inicio de su andadura, el programa Graphene Flagship contempló el potencial de los dispositivos espintrónicos fabricados tanto con grafeno como con materiales relacionados con el grafeno. Investigadores de diferentes universidades demostraron satisfactoriamente que es factible manipular las propiedades del espín del grafeno de forma controlada a temperatura ambiente. Estos resultados alientan nuevas direcciones en el desarrollo de la computación cuántica y de dispositivos basados en el espín. «Dado que la miniaturización constituye el motor principal de la industria electrónica, el grafeno proporciona nuevas oportunidades para condensar operaciones basadas en el espín con elementos de memoria magnética en una única plataforma», señala Stephan Roche, profesor de investigación en la Institución Catalana de Investigación y Estudios Avanzados (ICREA), que ha dirigido el paquete de trabajo dedicado a la Espintrónica de Graphene Flagship desde su puesta en marcha.

Las imperfecciones del material ya no son las culpables

El grafeno amplía el campo de la comunicación espintrónica entre dispositivos desde nanómetros hasta micrómetros con un menor consumo energético. Aunque las predicciones teóricas iniciales estimaban que el tiempo de vida de los espines sería aproximadamente de un microsegundo en el material, experimentos previos han demostrado que su tiempo de vida es, en el mejor de los casos, de unos pocos nanosegundos. Esta desconcertante contradicción llevó a considerar al principio que las impurezas y los defectos del material son los principales responsables de la relajación del espín. No obstante, los investigadores de Graphene Flagship han rebatido estos mecanismos que tradicionalmente se han esgrimido para explicar la relajación del espín y han propuesto varios mecanismos nuevos exclusivos para el grafeno.

En particular, observaron que la velocidad a la que los espines se relajan en sistemas compuestos de grafeno y de dicalcogenuros



© Dámaso Torres, ICNZ

de metales de transición (TMDC, por sus siglas en inglés) depende en gran medida de si están orientados hacia el interior o el exterior del plano del grafeno. «El grafeno combinado con los TMDC podría servir como filtro para el espín, ya que la transferencia de información de espín depende de la polarización inicial del espín de los electrones inyectados, lo que permite el desarrollo de nuevos conceptos de transistores de espín de baja potencia», explica el profesor Roche.

Es importante destacar que los experimentos se llevaron a cabo a temperatura ambiente y que tienen una gran relevancia para la manipulación exógena de los espines electrónicos del grafeno.

El interruptor definitivo

Dado que el grafeno puede mantener la coherencia de la transferencia del espín a lo largo de distancias suficientemente largas, su integración con otro material laminado que exhiba un tiempo de vida del espín mucho menor puede favorecer la fabricación de un dispositivo similar a un transistor de efecto de campo de espín. Mediante la combinación de grafeno con disulfuro de molibdeno (MoS_2), cuyo espín electrónico tiene un tiempo de vida de picosegundos, los investigadores de Graphene Flagship demostraron que es posible controlar hacia dónde se desplaza el espín usando un voltaje de compuerta. «Esta combinación de grafeno con otro material bidimensional delgado con propiedades espintrónicas contrapuestas permite la creación de un interruptor de espín», comenta el profesor Roche.

Los investigadores han elegido el MoS_2 debido al corto tiempo de vida de su espín resultante de su fuerte acoplamiento espín-órbita. Es más, esta combinación de materiales funcionó a temperatura ambiente.

Aumento de las señales de espín

Diversos estudios en investigaciones publicadas han revelado que el desajuste de la conductancia eléctrica constituye un factor

fundamental que podría reducir sustancialmente la inyección de espines de materiales ferromagnéticos en semiconductores.

El equipo de Graphene Flagship demostró que la eficiencia de la inyección y la detección de espines electrónicos en el grafeno podía mejorarse sustancialmente utilizando un sándwich de materiales, que consistía en un aislante de nitruro de boro situado entre la capa de grafeno y los electrodos de inyección y detección de espines ferromagnéticos.

La polarización aumentó hasta en un 70 % con el voltaje en el dispositivo desarrollado, lo que puso en entredicho el consenso científico de que únicamente los materiales ferromagnéticos pueden influir en la polarización del espín. Sin embargo, se descubrió que la tunelización cuántica afectaba a la polarización del espín en los dispositivos. En particular, el espín puenteó una distancia de diez micrómetros en más de tres nanosegundos a temperatura ambiente.

«El uso de grafeno y otros materiales bidimensionales para desarrollar memorias magnéticas basadas en el par de transferencia de espín de nueva generación (como STT-MRAM y SOT-MRAM) también es extremadamente atractivo, y ha estimulado al imec a tomar la iniciativa del consorcio y trabajar en su integración a gran escala en el ámbito de la fabricación de semiconductores», dice Kevin Garello, coordinador del paquete de trabajo e investigador del imec, que lidera la investigación de los conceptos emergentes de memoria magnética avanzada.

PROYECTO

Graphene Flagship

INSTITUCIÓN ENTREVISTADA

imec, Bélgica

FINANCIADO CON ARREGLO A

Horizonte 2020

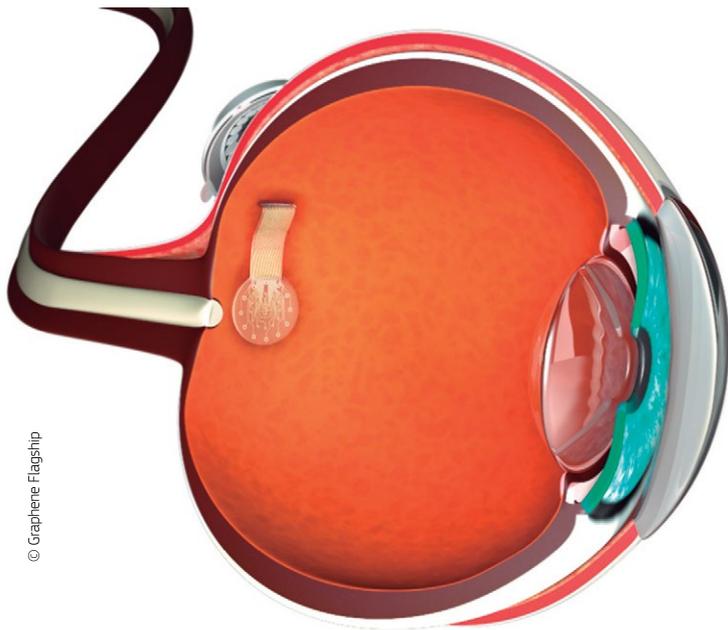
SITIO WEB DEL PROYECTO

graphene-flagship.eu



Avances biomédicos gracias al uso del grafeno

La creciente demanda de servicios sanitarios requiere soluciones novedosas. El grafeno está allanando el camino al proporcionar tecnologías capaces de detectar, tratar y controlar enfermedades del sistema nervioso con la ayuda de implantes neuronales.



© Graphene Flagship

El grafeno no solo es la sustancia más delgada, más fuerte y más ligera, sino que además es impermeable a las moléculas a la par que es susceptible a las modificaciones químicas. Estas propiedades únicas, junto con su gran superficie y biocompatibilidad, convierten al grafeno en un material de partida tremendamente prometedor para una gran variedad de aplicaciones biomédicas.

El paquete de trabajo dedicado a Tecnologías Biomédicas de Graphene Flagship, dirigido por el profesor Kostas Kostarelos del [Laboratorio de Nanomedicina](#) de la Universidad de Mánchester (el Reino Unido) y el profesor José Antonio Garrido del Instituto

Catalán de Nanociencia y Nanotecnología (España), examina el uso del grafeno y los materiales relacionados con el grafeno en el diseño de implantes neuronales para el registro y la estimulación de la actividad eléctrica junto con la administración dirigida de medicamentos. Tal y como el profesor Kostarelos explica: «El objetivo de este paquete de trabajo es desarrollar la nueva generación de implantes neuronales que combinen funcionalidades de registro y estimulación eléctrica, junto con propiedades terapéuticas».

Los implantes neuronales se han posicionado como un método prometedor para detectar, controlar y tratar (mediante estimulación eléctrica) una serie de trastornos sensoriales y motores diferentes del sistema nervioso central y periférico. Estos implantes sirven como interfaz entre el tejido neuronal, las fibras nerviosas o las neuronas individuales y los dispositivos externos utilizados para registrar, controlar y estimular la actividad cerebral para intervenir en las funciones del sistema nervioso central.

Dispositivos innovadores basados en el grafeno

Las actividades de investigación de científicos punteros de toda Europa que participan en el proyecto Graphene Flagship se han centrado en la ingeniería de materiales, la tecnología de implantes y la funcionalidad terapéutica para aplicaciones en los campos de la neurología, la oftalmología y la cirugía. Su objetivo es emplear estos dispositivos para el diagnóstico y el tratamiento de diversas enfermedades como la epilepsia, la enfermedad de Parkinson, la ceguera, la artritis reumatoide y la diabetes.

El grafeno es un sustrato versátil que puede adoptar muchas formas con diferentes propiedades y, además, es un compuesto



El objetivo de este paquete de trabajo es desarrollar la nueva generación de implantes neuronales que combinen funcionalidades de registro y estimulación eléctrica, junto con propiedades terapéuticas.

extraordinario para desarrollar materiales bidimensionales que pueden emplearse en dispositivos de registro y estimulación de la actividad eléctrica. La conductividad eléctrica y la flexibilidad de las nanocapas del grafeno monocapa facilitan enormemente el registro de la actividad eléctrica en el tejido neuronal con una alta fidelidad.

Para la estimulación eléctrica del sistema nervioso, como en el caso de los pacientes con enfermedad de Parkinson que no responden a la levodopa, los científicos han elegido el óxido de grafeno reducido. El óxido de grafeno produce sustratos flexibles pero porosos a nanoescala con una alta capacitancia, capaces de proporcionar estimulación eléctrica durante períodos más largos. Los socios de este paquete de trabajo están examinando

la tecnología para desarrollar un implante de retina destinado a personas que han perdido la vista debido a una enfermedad retiniana. Una cámara recoge imágenes del entorno y las convierte en estímulos eléctricos que se transmiten a través de microelectrodos de grafeno.

Además, las características ajustables del grafeno en suspensión y su capacidad para ser funcionalizado con oxígeno pueden aprovecharse para la administración de medicamentos. Por ejemplo, los fármacos antiinflamatorios, los neurotransmisores o los atrayentes neuronales pueden unirse a láminas de grafeno recubiertas de hidrogel y se liberan a diferentes velocidades en el momento de la aplicación.

El futuro del grafeno en el ámbito biomédico

La investigación en el uso de grafeno y materiales bidimensionales para aplicaciones biomédicas se está expandiendo a diversos campos, que van desde el control de dispositivos vestibles hasta la administración de medicamentos y el diagnóstico del cáncer. El trabajo de investigación del paquete de trabajo dedicado a Tecnologías Biomédicas se basa en las propiedades extraordinarias del grafeno, que lo hacen ideal para registrar y estimular la actividad de tejidos neuronales en enfermedades patológicas como la enfermedad de Parkinson y la epilepsia.

El profesor Kostarelos concluye: «Sin duda, el grafeno está allanando el camino para el desarrollo de nuevos diagnósticos y tratamientos, lo que ayuda a mejorar la calidad de vida de millones de pacientes de todo el mundo». Y, de cara al futuro, destaca que «la colaboración con la industria es esencial para orientar las innovaciones y los esfuerzos de investigación hacia las aplicaciones más prometedoras desde el punto de vista comercial».

PROYECTO

Graphene Flagship

INSTITUCIÓN ENTREVISTADA

Universidad de Mánchester, el Reino Unido

FINANCIADO CON ARREGLO A

Horizonte 2020

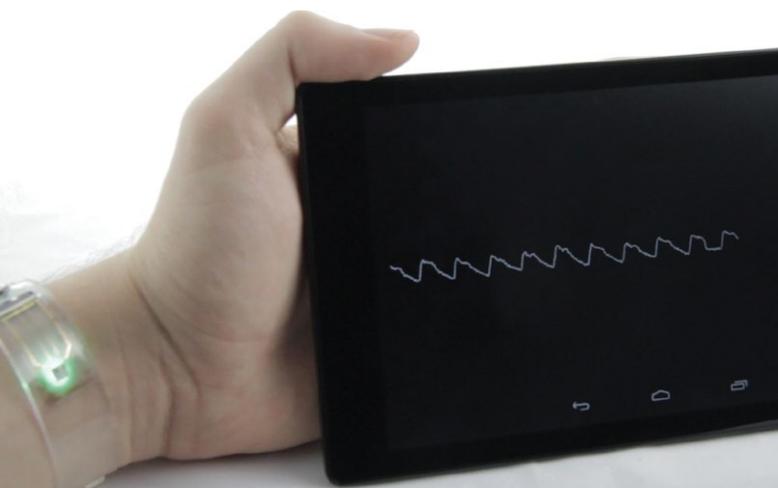
SITIO WEB DEL PROYECTO

graphene-flagship.eu



Detectores de puntos cuánticos de grafeno para la próxima generación de dispositivos vestibles de control de la salud

Los sistemas de control de la salud voluminosos podrían ser en breve cosa del pasado gracias a los nuevos dispositivos desarrollados en el marco del proyecto GRAPHEALTH. De hecho, estos dispositivos podrían contribuir a dar forma a los mercados de elementos vestibles inteligentes y de electrónica flexible del futuro.



volverse más voluminosos. Por ello, hasta ahora, los ingenieros habían tenido que buscar el mejor compromiso entre funcionalidad y comodidad: solo podían integrarse un número limitado de componentes, lo cual provocaba que el sistema en su conjunto fuese mucho menos atractivo de lo que podía ser.

Una solución, según el doctor Frank Koppens del Instituto español de Ciencias Fotónicas (ICFO), es aprovechar las propiedades inherentes de los detectores de puntos cuánticos de grafeno (GQD, por sus siglas en inglés); fotodetectores con características derivadas de los puntos cuánticos semiconductores y de grafeno. Los detectores de GQD permitirían el desarrollo de un sistema vestible compacto y flexible para un seguimiento continuo de la salud del consumidor y de la salud muscular de los atletas durante el ejercicio o tras una lesión.

«Nuestro fotodetector es muy sensible a la luz en un rango de longitudes de onda muy amplio, desde 300 a 2 200 nm. Y, lo que es más importante, es flexible», subraya el doctor Koppens. «Esto es posible porque el detector se puede colocar básicamente sobre cualquier sustrato flexible. Tan solo tiene unos cientos de nanómetros de grosor, por lo que es ideal para su integración en sensores vestibles».

La supervisión de la salud, especialmente durante el ejercicio, fue una de las primeras aplicaciones que permitieron a los dispositivos vestibles inteligentes pasar de ser un concepto tecnológico atractivo a un verdadero producto comercializable. No obstante, cuando el control se amplía e incluye la detección de todo tipo de marcadores de salud, los dispositivos suelen

El uso del grafeno es clave, dado que se obtiene un conductor ultrafino con propiedades extremadamente conductoras, en particular movilidad electrónica. Además, el grafeno se puede transferir fácilmente a sustratos flexibles y puede cubrir zonas relativamente grandes.



Nuestro fotodetector es muy sensible a la luz en un rango de longitudes de onda muy amplio, desde 300 a 2 200 nm. Y, lo que es más importante, es flexible.

«Funciona del modo siguiente», explica el doctor Koppens. «La luz, sea de un dispositivo LED o del entorno, entra en la piel y, después, interactúa con los tejidos y los vasos sanguíneos. La piel absorbe una parte, mientras que otra rebota en ella y es captada por el detector. Además, si las venas se expanden y contraen a causa de los latidos, la señal de fotodetección también se modula. En otras palabras, el latido se puede ver directamente a través de la señal de fotodetección».

Esto, por supuesto, es tan solo un ejemplo. La tecnología desarrollada en el marco del proyecto GRAPHEALTH (Hybrid quantum dot and graphene wearable sensor for systemic hemodynamics and hydration-monitoring) ha demostrado que puede emplearse para otros usos similares como el control del nivel de oxígeno. Pronto también se podrán detectar otros marcadores importantes para la salud. El fotodetector de GRAPHEALTH es compatible con los procesos actuales de fabricación de dispositivos electrónicos flexibles, lo que supone que el sector no tendrá que realizar grandes inversiones.

«Hemos desarrollado varios prototipos de dispositivos vestibles, incluido uno para la muñeca y un parche que parece una pegatina fina, y hemos demostrado que se pueden producir con grafeno de gran superficie escalable», señala con entusiasmo el doctor Koppens.

Ahora que el proyecto ha finalizado, el doctor Koppens y su equipo quieren aumentar la versatilidad del sistema GRAPHEALTH integrando más marcadores de salud. Asimismo, se proponen desarrollar un parche de salud completamente integrado que no solo incluiría el parche en sí, sino también elementos electrónicos, transferencia inalámbrica de potencia y transferencia inalámbrica de datos.

«Resulta difícil predecir el potencial de comercialización, dado que los mercados de la electrónica flexible y de los dispositivos vestibles todavía son muy recientes. Podemos crear una gama muy amplia de productos vestibles, además de estudiar la integración en elementos vestibles ya existentes, por ejemplo la combinación con un reloj inteligente. Ahora el desafío consiste en escoger sabiamente en qué aplicación centrarnos exactamente», concluye el doctor Koppens.

PROYECTO

GRAPHEALTH - Hybrid quantum dot and graphene wearable sensor for systemic hemodynamics and hydration monitoring

COORDINADO POR

Universidad de Nápoles Federico II, Italia

FINANCIADO CON ARREGLO A

Horizonte 2020

SITIO WEB DEL PROYECTO

N/A



Utilización del grafeno como una lupa extremadamente potente

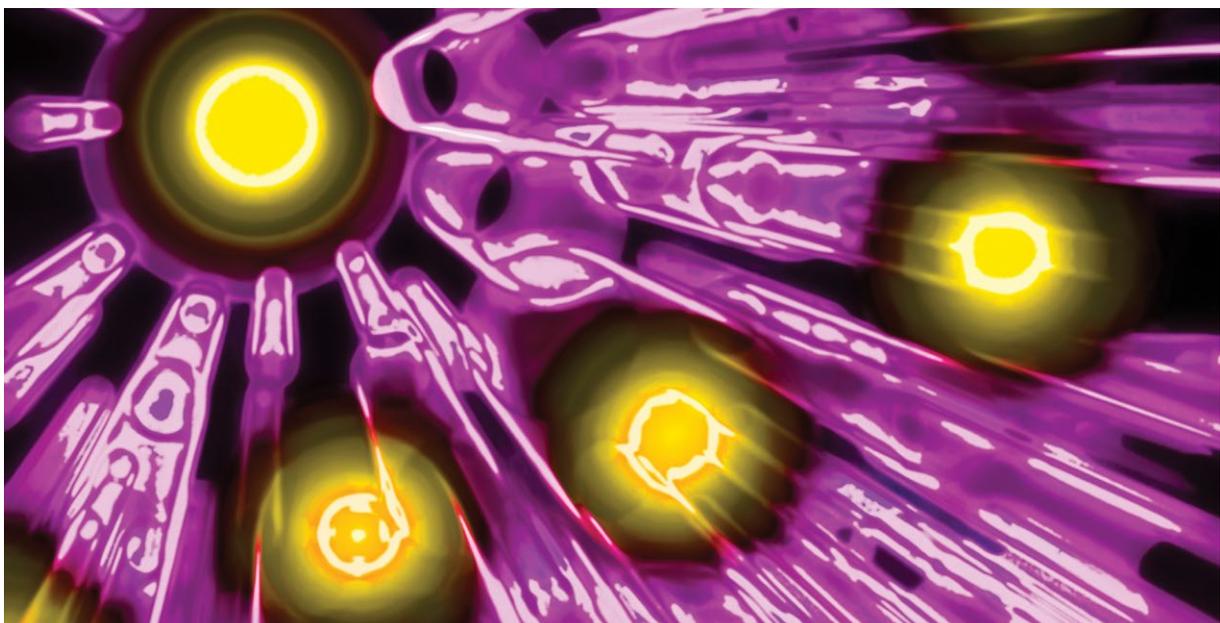
Ahora conocemos mucho mejor las complejas interacciones entre el grafeno y la luz gracias al trabajo del proyecto GRASP. Los resultados del estudio de cuatro años permitieron realizar el trabajo preliminar para futuras tecnologías que aprovechen los efectos ópticos no lineales.

Además de su importancia para comprender la física fundamental, los efectos ópticos no lineales también son clave para aplicaciones fundamentales como la computación cuántica, la biomedicina o la conmutación completamente óptica. Sin embargo, todavía hay muchos obstáculos para poder aprovechar todo su potencial, como la activación de los efectos ópticos no lineales a potencias ultrabajas y en dispositivos a escala de chips.

«De hecho, este es uno de los desafíos pendientes en el ámbito de la óptica», señala el profesor doctor Darrick Chang, responsable de grupo de Nanofotónica Cuántica Teórica en ICFO.

«La producción de efectos ópticos no lineales suele requerir grandes intensidades de láser, y el consumo eléctrico resultante, o el tamaño de las fuentes de alimentación necesarias, a menudo provoca que no resulte práctico a escala reducida, por ejemplo para dispositivos portátiles».

El objetivo final sería observar efectos no lineales a escala de partículas cuánticas individuales de luz, un objetivo que merece la pena el esfuerzo. En particular, esto permitiría obtener el mejor rendimiento posible y un amplio despliegue de dispositivos no lineales clásicos, a la vez que se facilitarían los protocolos de



información cuántica disruptiva que no se pueden desarrollar en las plataformas clásicas.

Fue con este objetivo que se puso en marcha el proyecto GRASP (Graphene-Based Single-Photon Nonlinear Optics) en 2014. «La meta del proyecto era investigar si un material relativamente nuevo y exótico, el grafeno, podría permitir que los impulsos de luz interactuasen a una potencia mucho menor», explica. La opción del grafeno es básicamente nueva en la óptica no lineal, pero el profesor doctor Chang y su equipo consideraban que las propiedades únicas de este material permitirían incluso a partículas de luz individuales alcanzar las intensidades necesarias para activar procesos no lineales.

«Una de las propiedades especiales del grafeno, que se predijo teóricamente y después se observó experimentalmente, era que podría concentrar eficazmente o delimitar espacialmente la luz a escalas de longitud extremadamente reducidas. Podríamos utilizar la analogía de una lupa, que permite concentrar la luz del sol en un pequeño punto, logrando que la luz sea incluso lo suficientemente intensa como para quemar un trozo de papel», explica el profesor doctor Chang.

En esta analogía, el grafeno podría verse como una lupa extremadamente potente. Puede concentrar la luz en un espacio millones de veces más pequeño que las mejores lupas o lentes disponibles en el mercado y las intensidades resultantes serían suficientemente altas para activar procesos ópticos no lineales.

El proyecto GRASP fue capaz de observar por primera vez efectos no lineales derivados de este efecto lupa. Esto resulta especialmente notable si tenemos en cuenta que el grafeno tan solo tiene un átomo de grosor, mientras que los dispositivos ópticos no lineales estándar suelen requerir materiales voluminosos. Aunque el objetivo final de desarrollar una generación completamente nueva de tecnología basada en dispositivos ópticos no lineales que pueda funcionar a potencias ultrabajas todavía está a bastante lejos, el trabajo del consorcio es un paso importante hacia su consecución.



Una de las propiedades especiales del grafeno, que se predijo teóricamente y después se observó experimentalmente, era que podría concentrar eficazmente o delimitar espacialmente la luz a escalas de longitud extremadamente reducidas.

«Evidentemente, todavía queda mucho por hacer para que el grafeno se convierta en una tecnología madura en el ámbito de la óptica no lineal. No obstante, hemos desarrollado muchos bloques integrantes de gran importancia que sientan los cimientos para el trabajo futuro. Esto incluye observar por primera vez efectos ópticos no lineales en el grafeno a causa de una fuerte limitación de la luz, aprender a fabricar grafeno con una calidad de material más alta, construir nuevos dispositivos que puedan limitar campos no solo millones, sino miles de millones de veces mejor que las mejores lentes y comprender más profundamente las complejas interacciones entre el grafeno y la luz», afirma el profesor doctor Chang.

Aunque probablemente sea demasiado pronto para especular sobre vías específicas de comercialización, el uso del grafeno en tecnologías ópticas no lineales cuánticas y clásicas a escala de chips está ahora mucho más cerca. Esto explica que el profesor doctor Chang pretenda continuar con este trabajo: «Tras establecer los bloques integrantes importantes necesarios, nuestro objetivo es seguir avanzando con esta interesante línea de investigación y empezar a unir estos bloques integrantes para formar dispositivos básicos, pero reales, en los próximos años»

PROYECTO

GRASP - Graphene-Based Single-Photon Nonlinear Optics

COORDINADO POR

Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO), España

FINANCIADO CON ARREGLO A

FP7-ICT

SITIO WEB DEL PROYECTO

grasp-fet.eu



Uso del grafeno para conseguir acelerómetros de túnel perfectos

Una «Proof of Concept Grant» («Subvención para la prueba de concepto») del Consejo Europeo de Investigación (CEI) está permitiendo a la Universidad Aalto trabajar en un nuevo concepto de acelerómetro de túnel, utilizando las propiedades únicas del grafeno. Si tiene éxito, el proyecto podría atraer a los sectores que producen aplicaciones de alta precisión.

Los acelerómetros se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, desde sistemas de navegación de aeronaves hasta sensores de movimiento de automóviles y dispositivos electrónicos portátiles. Pero las aplicaciones más exigentes requieren acelerómetros de alta resolución, que son muy grandes y extremadamente costosos de fabricar.

Para tales aplicaciones, que incluyen mediciones de micro-gravedad, mediciones acústicas y sismología, el uso de acelerómetros de túnel podría parecer evidente. Un enorme paso por delante de sus homólogos convencionales es que pueden

producirse a un coste mucho menor y, al mismo tiempo, proporcionan una precisión sin igual. Sin embargo, su comercialización sigue viéndose obstaculizada por un proceso de fabricación complejo y la inestabilidad a largo plazo.

Presentamos el proyecto GraTA (Graphene Tunneling Accelerometer), que está desarrollando un diseño de acelerómetro de túnel pionero en su género, y ya patentado, que usa grafeno. Sus ventajas técnicas, que incluyen un menor tamaño, un mayor ancho de banda, una fabricación más sencilla y estabilidad natural, ya están captando la atención en la industria. Entre otras cosas, podría permitir la producción de sensores de gama alta a base de grafeno.

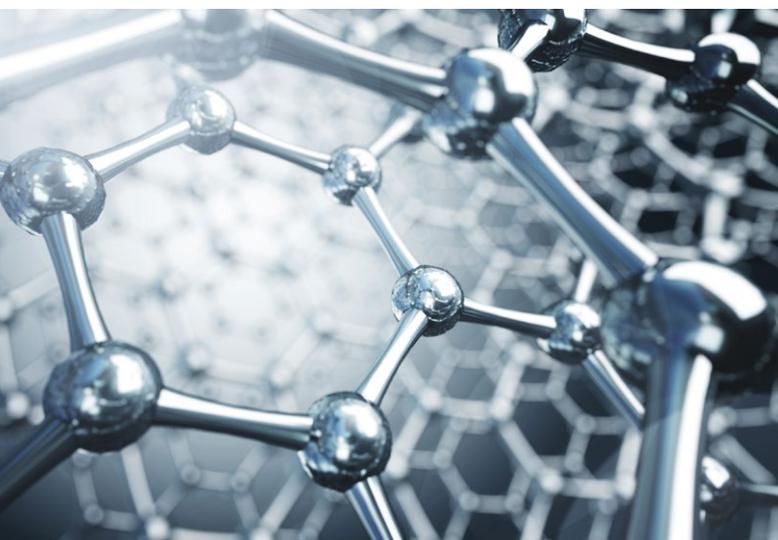
El profesor doctor Pertti Hakonen, responsable del proyecto, comenta su concepto de acelerómetro de túnel, el proceso de desarrollo y las perspectivas de comercialización.

¿Qué carencias de los acelerómetros de túnel pretendían abordar con este proyecto?

La falta de estabilidad a largo plazo de los sensores de túnel de silicio con recubrimiento metálico es la principal deficiencia que intentamos superar. Además, también se mejorarán la sensibilidad y el ancho de banda.



Con el registro de los principales derechos de propiedad intelectual e industrial (DPI) y la recogida de más datos sobre el terreno, vamos por buen camino hacia el objetivo de la comercialización.



¿Por qué creen que el grafeno puede ofrecer una solución adecuada para lograr este objetivo?

Se sabe que el grafeno tiene unas propiedades mecánicas superiores (cristal de carbono ligero, fuerte y robusto) y una buena conductividad eléctrica (sin necesidad de recubrimiento metálico). Tenemos experiencia a la hora de ocuparnos de algunos detalles como la tensión en estructuras de sistemas microelectromecánicos (MEMS). La naturaleza del material y nuestros conocimientos especializados hacen que el acelerómetro de grafeno sea una posible solución.

¿Cuáles fueron las principales dificultades a la hora de hacer realidad estos nuevos acelerómetros de grafeno?

La capacidad de fabricación (y reproducibilidad) es el principal desafío cuando se cambia de las muestras de laboratorio a futuros acelerómetros a los que se pueda llamar «producto».

¿Cuáles dirían que han sido sus logros más importantes hasta la fecha?

Hemos demostrado que el pequeño vacío no es propenso a hundirse, incluso en el aire, lo que es crucial para su fiabilidad. Se ha registrado la patente principal y está de camino otra más con los materiales conexos.

¿Qué les queda por hacer antes de que finalice el proyecto?

Tenemos que construir más prototipos que estén correctamente empaquetados y recoger más datos fuera del laboratorio.

¿Qué tipo de aplicaciones de sensores tienen en mente?

Un ejemplo sería el control de las vibraciones de las máquinas, que es el método más extendido para determinar el estado de los equipos de rotación. Esto es valioso para la seguridad y el mantenimiento inteligente en la industria moderna, especialmente en la era del internet de las cosas.

¿Cómo dirían que están de cerca de una posible comercialización?

Resulta difícil de decir. La comercialización lleva mucho más tiempo y requiere medios diferentes de los que teníamos disponibles para nuestro trabajo de investigación en el entorno de laboratorio. Con el registro de los principales derechos de propiedad intelectual e industrial (DPI) y la recogida de más datos sobre el terreno, vamos por buen camino hacia el objetivo de la comercialización.

PROYECTO

GraTA - Graphene Tunneling Accelerometer

COORDINADO POR

Universidad Aalto, Finlandia

FINANCIADO CON ARREGLO A

Horizonte 2020

SITIO WEB DEL PROYECTO

N/A



Tecnología LbL aplicada al óxido de grafeno

Un proyecto financiado con fondos europeos ha logrado demostrar que el óxido de grafeno se puede ensamblar con otros materiales para producir compuestos de polímeros densos. Este gran avance podría dar lugar a aplicaciones en el ámbito de la optoelectrónica o la conversión energética, entre otros.



© BONNINSTUDIO, Shutterstock

El grafeno a menudo se presenta como un supermaterial a causa de sus extraordinarias propiedades ópticas, conductividad, finura y resistencia. No obstante, su potencial alcanza un nivel completamente nuevo cuando se combina con otros materiales de diferentes características. Al crear estos materiales híbridos, se pueden optimizar las propiedades del grafeno. Esto ofrece a los investigadores perspectivas nuevas y apasionantes para posibles aplicaciones y, además, puede garantizar una mejor integración del grafeno en los dispositivos.

Fue teniendo esto presente que el doctor Sergio Moya del Centro de Investigación Cooperativa en Biomateriales (CIC biomGUNE)

puso en marcha el proyecto HIGRAPHEN (Hierarchical Functionalization of Graphene for Multiple device fabrication) en marzo de 2014. Mediante la tecnología capa a capa —un sencillo procedimiento para hacer funcionales las superficies mediante una colocación gradual de materiales o moléculas con cargas opuestas— se propuso desarrollar un procedimiento genérico y versátil para la fabricación de dispositivos híbridos combinando el grafeno con materiales inorgánicos, orgánicos y poliméricos.

«La fuerza motriz que impulsa el ensamblaje capa a capa (LbL) es la interacción electrostática entre los componentes ensamblados», explica el doctor Moya. «Originariamente esta técnica se desarrolló para el ensamblaje de polielectrolitos, es decir, polímeros con monómeros con múltiple carga. No obstante, con el tiempo se ha extendido a diferentes componentes: los polielectrolitos con película LbL se pueden combinar con nanopartículas, lípidos, células, óxido de grafeno, etc. Esto nos ofrece un modo sencillo y potente de crear interfaces evitando la química covalente, y tiene el potencial de usarse en numerosas aplicaciones, desde membranas de nanofiltrado hasta dispositivos optoelectrónicos, materiales de recubrimiento inteligentes y de suministro de fármacos».

El proyecto fue todavía más allá, centrándose específicamente en la combinación de óxido de grafeno con nanopartículas de óxidos metálicos y metales, así como polielectrolitos, mientras valoraron las aplicaciones potenciales en el ámbito de la catálisis y el almacenamiento de energía. Aunque la técnica LbL se utiliza extensamente en la ingeniería de superficies y la fabricación de películas finas, la utilización de la LbL realizada por HIGRAPHEN para ensamblar componentes heterogéneos con óxido de grafeno es realmente innovadora.

El doctor Moya y su equipo primero se concentraron en la síntesis de diferentes nanomateriales, tales como puntos cuánticos de seleniuro de zinc (ZnSe), nanopartículas magnéticas y polímeros



Tiene el potencial de usarse en numerosas aplicaciones, desde membranas de nanofiltrado hasta dispositivos optoelectrónicos, materiales de recubrimiento inteligentes y de suministro de fármacos.

electroactivos como poliaminobencilamina (PABA), para después integrarlos en películas LbL con múltiples componentes, incluido el óxido de grafeno. Después, el equipo de HIGRAPHEN integró los conjuntos en dispositivos y materiales de recubrimiento anticorrosivos macroscópicos para aplicaciones optoelectrónicas y de conversión de energía.

«Uno de los principales desafíos que tuvimos que afrontar fue obtener una forma densa de óxido de grafeno en combinación con polímeros. Esto permitió desarrollar diferentes enfoques para recubrir el óxido de grafeno y combinarlo con nanopartículas», dice el doctor Moya.

En general, el resultado más importante del proyecto es la demostración de que el óxido de grafeno se puede ensamblar

para producir compuestos de polímeros densos y se puede integrar fácilmente con nanopartículas metálicas para la catálisis. Aunque HIGRAPHEN llegará a su fin en marzo de 2018, el doctor Moya afirma que los socios del proyecto ya están siguiendo nuevos e interesantes rumbos de investigación derivados de los resultados del proyecto para la fabricación de productos y aplicaciones catalíticas.

PROYECTO

HIGRAPHEN - Hierarchical Functionalization of Graphene for Multiple device fabrication

COORDINADO POR

Centro de Investigación Cooperativa en Biomateriales (CIC biomaGUNE), España

FINANCIADO CON ARREGLO A

FP7-PEOPLE

SITIO WEB DEL PROYECTO

personal.cicbiomagune.es/smoya/higraphen/index.html



Polímeros reforzados con grafeno listos para su comercialización

Un proceso de desarrollo de cuatro años ha permitido identificar las técnicas de producción y los materiales más adecuados para compuestos, adhesivos y materiales de recubrimiento a base de grafeno. Cuando el mercado del grafeno alcance la madurez, estos nuevos productos podrían resultar atractivos para una amplia variedad de industrias.



a catorce socios, que incluyen pequeñas y medianas empresas (pymes), empresas, universidades y un centro de investigación, el proyecto se propuso suministrar cantidades industriales de polímeros termoendurecibles reforzados con grafeno.

«Intentamos buscar nuevos modos de mejorar las propiedades eléctricas y termomecánicas de los materiales de recubrimiento, los aditivos y los compuestos», explica Maria Konstantakopoulou, ingeniera de desarrollo en la empresa coordinadora del proyecto Coventive Composites. Una vez definidos los objetivos de rendimiento, el equipo seleccionó los polímeros adecuados, determinó una gama de grados de grafeno y grafito, e identificó las técnicas de dispersión y exfoliación adecuadas que podrían llegar a permitirles ampliar la producción, mientras se garantiza que el grafeno queda debidamente distribuido en el producto final.

Hasta el momento, el grafeno sigue siendo lo suficientemente caro como para desalentar su incorporación a gran escala en productos comerciales. No obstante, esto no ha impedido que investigadores de diferentes puntos de Europa avancen en el desarrollo de materiales y técnicas de producción que pueden despertar el interés de la industria a medida que se disponga de lotes mayores de grafeno a un precio más reducido.

El proyecto PolyGraph (Up-Scaled Production of Graphene Reinforced Thermosetting Polymers for Composite, Coating and Adhesive Applications) es una de esas empresas pioneras. Reuniendo


Intentamos buscar nuevos modos de mejorar las propiedades eléctricas y termomecánicas de los materiales de recubrimiento, los aditivos y los compuestos.

Tal como explica el coordinador de PolyGraph, Ben Hargreaves, la idea era que la producción fuese «de una escala que resultase viable para otras empresas, de modo que pudieran plantearse integrar nuestra solución en sus productos actuales o futuros». La conversión a gran escala de materiales compuestos sigue siendo un obstáculo para que el mercado los adopte. Cuando los socios del proyecto lograron producir cantidades de hasta unos 100 kg de grafito y de 25 kg de grafeno por lote, surgieron nuevas posibilidades.

El consorcio del proyecto produjo muchos materiales compuestos diferentes que se evaluaron para comprobar sus propiedades mecánicas y su conductividad eléctrica. Los compuestos, adhesivos y materiales de recubrimiento más prometedores se utilizaron en piezas de demostradores, en particular en un elemento estructural aeroespacial, un elemento de carenado/radomo aeroespacial con recubrimiento y un panel para el respaldo de asientos en automóviles. Las ventajas incluyen un mejor comportamiento estructural, reducción del peso, estética, propiedades eléctricas y capacidades piroretardantes.

«Una de las principales ventajas de los compuestos reforzados con grafeno obtenidos mediante este proceso de investigación y desarrollo radica en sus propiedades eléctricas, por lo que son aptos para el blindaje contra interferencias electromagnéticas o el deshielo de turbinas eólicas», señala Konstantakopoulou.

A la espera de la oportunidad adecuada

Gary Foster, que actuó como gestor de proyecto en PolyGraph, explica que las perspectivas comerciales varían considerablemente para cada uno de los tres materiales. «En lo relativo al recubrimiento, el socio del proyecto HMG Paints puede pasar prácticamente de forma directa a la fase de producción porque lo que hemos desarrollado no dista demasiado de los productos que venden en la actualidad. Los adhesivos, por otro lado, son algo más delicados en cuanto al precio. No quiere decir que nuestros socios no vayan a utilizar dichos materiales, sino que simplemente esperarán por el momento adecuado, cuando los consumidores busquen ese producto».

El tercer producto, una fibra compuesta preimpregnada o «preg», era especialmente importante para Coventive Composites, como destaca Hargreaves: «Inicialmente no estaba previsto que el desarrollo de preregs durante el proyecto tuviese tanto peso

como ha acabado teniendo. Estudiamos también otras técnicas de producción, como la infusión, pero los primeros resultados nos dejaron patente que el prepeg iba a ser la técnica óptima». Tanto él como Foster coinciden en que ahora la empresa debería centrarse en encontrar el nicho de mercado adecuado para este compuesto y esforzarse por determinar qué necesitan los clientes potenciales y cómo se puede refinar el producto para satisfacer sus expectativas.

Hasta entonces, el equipo estudiará la evolución del grafeno. «Es necesario cierto nivel de generalización», explica Foster. «Por ejemplo, si queremos utilizar nuestro producto en el sector aeroespacial, los clientes deben disponer de ciertos datos básicos de los productores de grafeno que, en la actualidad, no podemos suministrarles. Son obstáculos que escapan a nuestra competencia».

Teniendo esto presente, el consorcio de PolyGraph ha estado colaborando estrechamente con la iniciativa Graphene Flagship, estableciendo un vínculo entre el mundo académico y la industria para que el primero pueda investigar el mejor modo de satisfacer las necesidades del sector. En última instancia, esto permitiría a Coventive Composites comercializar soluciones innovadoras para el blindaje contra interferencias electromagnéticas o el deshielo de las aspas de las turbinas eólicas.

PROYECTO

PolyGraph - Up-Scaled Production of Graphene Reinforced Thermosetting Polymers for Composite, Coating and Adhesive Applications

COORDINADO POR

NetComposites Limited, el Reino Unido

FINANCIADO CON ARREGLO A

FP7-NMP

SITIO WEB DEL PROYECTO

polygraphproject.eu



Results Pack de CORDIS

Disponible en línea en seis lenguas: cordis.europa.eu/article/id/401207

Publicado

en nombre de la Comisión Europea por CORDIS en la
Oficina de Publicaciones de la Unión Europea
2, rue Mercier
L-2985 Luxemburgo
LUXEMBURGO

cordis@publications.europa.eu

Coordinación editorial

Zsófia TÓTH, Silvia FEKETOVÁ

Cláusula de exención de responsabilidad

La información en línea sobre los proyectos y los enlaces publicados en el presente número de Results Pack de CORDIS es correcta en el momento de cerrar la edición. La Oficina de Publicaciones no se considerará responsable de la información que esté obsoleta ni de los sitios web que hayan dejado de funcionar. Ni la Oficina de Publicaciones ni nadie que actúe en su nombre se responsabilizarán del uso que pudiera hacerse de la información contenida en la presente publicación ni de cualquier error que pueda quedar en los textos, pese a la especial atención prestada en su preparación.

Las tecnologías que se presentan en esta publicación pueden estar protegidas por derechos de propiedad intelectual.

Este Results Pack es una colaboración entre CORDIS y la Dirección General de Redes de Comunicación, Contenido y Tecnologías (DG CONNECT)

Printed by the Publications Office in Luxembourg

PRINT	ISBN 978-92-78-41896-0	doi:10.2830/2897	ZZ-AK-18-005-ES-C
PDF	ISBN 978-92-78-41901-1	doi:10.2830/36191	ZZ-AK-18-005-ES-N

Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2019
© Unión Europea, 2019

Reutilización autorizada, con indicación de la fuente bibliográfica.

La política relativa a la reutilización de los documentos de la Comisión Europea fue establecida por la Decisión 2011/833/UE (DO L 330 de 14.12.2011, p. 39).

Cualquier uso o reproducción de fotografías u otro material que no esté sujeto a los derechos de autor de la Unión Europea requerirá la autorización de sus titulares.

Foto de la portada © Kid A, Shutterstock

NUEVO RESULTS PACK DE CORDIS SOBRE INNOVACIÓN EN MATERIA DE AGUA

Sumérjase en nuestro último Results Pack sobre innovación en materia de agua, que se centra en diez proyectos financiados con fondos europeos que han desarrollado tecnologías innovadoras con el fin de garantizar la seguridad hídrica sostenible y a largo plazo para Europa.



Consulte el Pack en:
cordis.europa.eu/article/id/401167



Oficina de Publicaciones
de la Unión Europea



¡Síguenos también en las redes sociales!
facebook.com/EULawandPublications
twitter.com/CORDIS_EU
youtube.com/CORDISdotEU

ES