

FIBRA DE CARBONO RECUBIERTA DE DIAMANTE ALTAMENTE DOPADO PARA APLICACIONES AEROESPACIALES

Lloret-Vieira, F.

Equipo de investigación Ciencia e Ingeniería de los Materiales, Instituto IMEYMAT, Universidad de Cádiz.

Los materiales poliméricos reforzados con fibra de carbono (CFRP) están hechos de láminas de fibras de carbono que están unidas entre sí por una resina. Esta estructura les confiere grandes prestaciones mecánicas que hacen de ellos unos materiales con numerosas aplicaciones, entre las que destaca la aeronáutica. Sin embargo, uno de los grandes problemas de estos materiales son sus bajas propiedades en la dirección perpendicular a las fibras. Su conductividad térmica y eléctrica, así como sus propiedades mecánicas a través del espesor de las fibras (dirección perpendicular a las fibras) son varios órdenes de magnitud menores que en la dirección longitudinal. Esto le confiere una inhomogeneidad a la estructura que limita sus aplicaciones y puede convertirse en un serio problema cuando se enfrenta a problemas particulares (como puede ser el impacto de un rayo en un avión). En la actualidad,

existen soluciones para mejorar la conductividad eléctrica del composite, como es añadir mallas de cobre, pero estas añaden peso, son muy complejas de reparar, complican el mecanizado del conjunto y empeoran las propiedades mecánicas, por lo que existe en el sector una continua búsqueda de soluciones alternativas.

Este proyecto propone el uso de recubrimientos de diamante policristalino altamente dopado con boro como solución a este problema. Esta solución implica depositar mediante MPCVD (deposición de vapor química activada por plasma de microondas, por sus siglas en inglés) varios nanómetros de diamante policristalino alrededor de la fibra. El diamante sintético es un material muy prometedor para la tecnología del futuro. La posibilidad de ser dopado con otros elementos (fósforo, boro, nitrógeno,...)

“ha resultado todo un reto obtener unas condiciones óptimas que permitan un crecimiento de diamante homogéneo con un daño mínimo sobre la fibra”

le confiere una gran versatilidad ya que, controlando el nivel de agentes dopantes, podemos tener desde diamante intrínseco aislante, hasta un material superconductor. Además, es bien conocida su alta dureza (el material más duro conocido) y se trata igualmente de un gran conductor térmico. La muy buena adherencia entre la fibra de carbono y el diamante (enlaces de carbono sp²-sp³) garantiza una interfaz diamante/fibra continua y estable. Esto permite transformar la fibra, nominalmente lisa, en una fibra “rugosa” favoreciendo de este modo la interacción en los bordes de los cristales depositados. Es decir, a pesar de la existencia de la resina, se maximiza el contacto entre las fibras. Al ser altamente dopado con boro, los cristales de diamante son muy buenos conductores eléctricos y térmicos (aproximadamente 5 veces más que el cobre). Además, las propiedades mecánicas del composite no solo mejoran por la presencia del diamante, sino también debido a esta “rugosidad” que aumenta la adhesión fibra/matriz.

En el seno de este proyecto, se han depositado capas de

espesor variable (ver Figura). Las condiciones de crecimiento han debido optimizarse para estas deposiciones concretas. Normalmente, el diamante es depositado por MPCVD a alta temperatura (800-1000°C). Sin embargo, en esas condiciones, la fibra de carbono se daña pudiendo incluso llegar a desaparecer quemada al cabo de un proceso de deposición. Por tanto, ha resultado todo un reto obtener unas condiciones óptimas que permitan un crecimiento de diamante homogéneo con un daño mínimo sobre la fibra. Además, la particularidad de las muestras (finos hilos como “pelos” de unos pocos micrómetros de diámetro, 10⁻⁵ m) ha requerido de nuevos métodos de preparación y caracterización para su estudio. En cualquier caso, las observaciones por microscopía electrónica son muy prometedoras evidenciando una capa de diamante dopado homogénea sobre la fibra y sin que ésta muestre daño evidente. Además, se ha hecho uso de sondas micrométricas para las medidas eléctricas de las fibras por el método kelvin de cuatro puntas. Se obtiene una conductividad eléctrica transversal al sentido de las fibras superior a la longitudinal de las fibras sin recubrir.

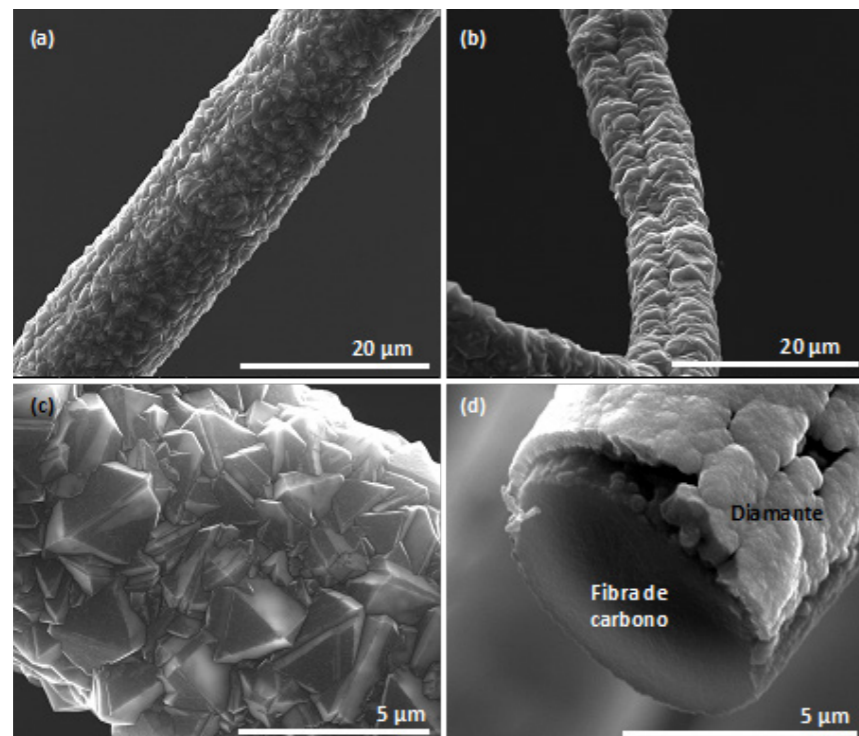


Figura 1. Imágenes de microscopía electrónica de barrido. (a) Se observa una fibra de carbono recubierta de cristales de diamante. (b) Dos fibras de carbono unidas por el recubrimiento de diamante cristalino. (c) Detalle del recubrimiento de diamante donde se aprecian las caras de los cristales. (d) Corte transversal de una fibra recubierta. Se evidencia que la fibra no ha sufrido daños.



El Dr. Fernando Lloret es licenciado en Física por la Universidad de Sevilla y Master en Ciencias y Tecnologías Químicas por la Universidad de Cádiz. Trabajó durante 3 años como investigador en la Foundation for Research and Technologies de Grecia. En 2017 se doctoró en Física con sobresaliente Cum Laude por la Universidad de Grenoble Alpes (Francia) y en Ciencias por la Universidad de Cádiz, la cual le otorgó el premio extraordinario de doctorado. Tras un contrato pos-doctoral en el IMEC de Bélgica regresó a la Universidad de Cádiz donde trabaja como Profesor Sustituto Interino.