

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 497**

51 Int. Cl.:

H01L 35/24 (2006.01)

H01L 35/26 (2006.01)

H01L 37/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.03.2018 PCT/EP2018/055890**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.09.2018 WO18162708**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2018 E 18708441 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019 EP 3398212**

54 Título: **Material de conversión**

30 Prioridad:

09.03.2017 EP 17000385

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

11.05.2020

73 Titular/es:

**RACCIS, RICCARDO (33.3%)
Friesenwall 3
50672 Köln, DE;
KOTMAN, GEROLD (33.3%) y
KOTMAN, NIKLAS (33.3%)**

72 Inventor/es:

RACCIS, RICCARDO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 759 497 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Material de conversión

- 5 La solicitud se refiere a un material de conversión, capaz de convertir la energía térmica en energía eléctrica, un método de producción del mismo y dispositivos que usan el mismo.

Técnica relacionada

- 10 Los generadores termoelectricos y los materiales de conversión termoelectricos resultan conocidos. Dichos materiales han acaparado importancia como fuente de energía, principalmente con el fin de hacer uso de energía térmica que, de lo contrario, no se podría usar y, por tanto, se perdería. Una característica de estos materiales es que emplean un diferencial de temperatura para generar electricidad.

- 15 Dichos materiales ya se conocen e incluyen composites cerámicos, así como también compuestos intermetálicos. No obstante, típicamente dichos materiales son caros y no se pueden procesar de forma sencilla, aumentando los costes de fabricación. Sobre todo, el uso de generadores termoelectricos (TEG), por tanto, no está muy difundido.

- 20 Los ejemplos de dichos materiales pueden comprender un composite de una matriz polimérica y partículas de carbono dispersado, tal como se divulga en NANO LETTERS, 2008, Vol. 8, N°. 12, 4428-4432; APPLIED PHYSICS LETTERS 98, 183110 (2011); US 2013/0312806 A1; US 2015/0380625 A1; y US 2014/0042373 A1. Los polvos de grafeno se divulgan en el documento EP 2 832 698 A1.

- 25 No obstante, debido a que la energía térmica residual se encuentra disponible en abundancia y a que se han llevado a cabo intentos para hacer uso del calor solar, existe una demanda en la técnica para proporcionar formas novedosas que permitan el uso de energía térmica para generar electricidad. En este sentido, las evaluaciones científicas se han centrado en motores Brownian, objetos que típicamente existen a escala nanométrica, capaces de llevar a cabo el trabajo bajo estímulo de energía térmica. Dichos motores Brownian se comentan por ejemplo en el informe científico de Lesovik et al., publicado en www.nature.com bajo el DOI: 10.1038/srep32815 (teorema-H en física cuántica), así como también en Physical Review Letters, 104, 248001 (2010) por parte de Eshuis et al., Experimental Realization of a Rotational Ratchet en a Granular Gas. Además, se han llevado a cabo avances en ciencia de materiales en relación a los materiales de escala nanométrica y micrométrica, tales como nanotubos de carbono u otros tipos de objetos nanométricos, tales como nanovarillas, así como también grafeno, que además amplían los materiales disponibles para tipos de materiales novedosos. Preferentemente, los materiales y composiciones apropiados para aplicación en dichos materiales de conversión, capaces de generar energía eléctrica, deberían ser menos costosos que los materiales convencionales y ofrecer también mecanismos de procesamiento simples, facilitando la fabricación de dispositivos termoelectricos o soluciones alternativas para la conversión de calor en energía voltaica.

40 Sumario

Un objeto de la invención es proporcionar un material de conversión que solucione los problemas identificados anteriormente, con un rendimiento de conversión apropiado.

- 45 El presente inventor ha llevado a cabo una investigación profunda y, como resultado de la misma, ha encontrado sorprendentemente que resulta posible proporcionar un tipo de material de conversión novedoso basado en los materiales de partida convencionales a bajo coste. Debido a que el material de conversión de acuerdo con la presente invención, como se ilustra de forma adicional a continuación, no requiere un diferencial de temperatura, tal como materiales de conversión termoelectricos convencionales, los materiales novedosos de acuerdo con la presente invención están diseñados como materiales de conversión igneoeléctricos, ya que son capaces de convertir la energía térmica espacialmente uniforme en tensión (energía eléctrica). Con el fin de definir de manera apropiada este efecto y con el fin de delimitar el mismo a partir de conceptos similares pero diferentes, tales como el efecto termoelectrico, el término igneoeléctrico (efecto igneoeléctrico, material igneoeléctrico, comportamiento igneoeléctrico, etc.) se usa en la presente memoria para describir y definir el efecto divulgado en la presente memoria y el material descrito y reivindicado en la misma.

- 60 El concepto novedoso llevado a cabo por la presente invención es un material de conversión de composite que emplea un material conductor (capaz de conducir electrones) que proporciona conexiones eléctricas dentro del material de conversión. El material conductor puede estar compuesto fácilmente, por ejemplo, por partículas, materiales típicamente de escala micrométrica o nanométrica (definidos a continuación) con una relación de aspecto mayor de 1. Por consiguiente, las partículas tienen dimensiones en una dirección que es mayor que las dimensiones en la otra dirección. Los ejemplos típicos de formas apropiadas son tubos, varillas, así como también escamas. Debido al proceso de producción específico como se describe a continuación de forma adicional, estas partículas se forman dentro de los canales de percolación eléctrica del material de conversión, que comprenden partículas ensambladas que muestran una orientación preferente, de manera que se obtienen estructuras que se parecen a zarcillos punzantes (se ilustran a continuación de forma adicional), donde la mayoría de las barbas apuntan en una

dirección. Esta estructura particular parece ser responsable del efecto sorprendente que los materiales igneoeléctricos que se proporcionan por medio de la presente invención permiten la generación de electricidad a partir de la energía térmica microscópicamente uniforme.

5 En una realización, se proporciona un material de conversión igneoeléctrico que incluye una primera fase que proporciona una matriz y una segunda fase que comprende un material de escala micrométrica o nanométrica que proporciona movilidad electrónica, como se define en la reivindicación 1.

10 En otra realización, se proporciona un elemento de conversión igneoeléctrico que incluye el material de conversión igneoeléctrico, y dos electrodos.

En otra realización, se proporciona un módulo de conversión igneoeléctrico que incluye el elemento de conversión igneoeléctrico.

15 En otra realización, se proporciona un generador igneoeléctrico que incluye el módulo de conversión igneoeléctrico.

Los materiales y dispositivos tal y como se describen brevemente con anterioridad se ilustran con más detalle a continuación.

20 En otra realización, se proporciona un método de fabricación de un material de conversión igneoeléctrico. El método incluye proporcionar una fase de matriz en estado no curado (tal como una mezcla monomérica antes del curado o una disolución polimérica antes de la solidificación), añadir un material de escala micrométrica o nanométrica que proporciona movilidad electrónica y solidificar la mezcla al tiempo que se carga un lado o polo de la mezcla con electrones. Un ejemplo apropiado de dicha carga es la aplicación de una corriente eléctrica continua.

25 De acuerdo con las realizaciones de la invención, es posible proporcionar un material de conversión igneoeléctrico que se pueda preparar de forma sencilla, que permita una amplia variedad de modos de aplicación y proporcione un rendimiento de conversión igneoeléctrico apropiado.

30 **Breve descripción de los dibujos**

Los objetivos, ventajas y características anteriores y otros de la presente invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción de determinadas realizaciones preferidas tomadas junto con los dibujos adjuntos, donde:

35 La Figura 1 muestra la tensión generada por un material de acuerdo con la presente invención como función de la temperatura.

40 La Figura 2 muestra el comportamiento óhmico de un material de acuerdo con la presente invención, donde se aplica una tensión de forma externa, la temperatura de la muestra es de 60 °C, y el desplazamiento se proporciona por medio de la tensión generada por el propio material.

La Figura 3 muestra un esquema de una sección de un zarcillo punzante tal y como se presenta en el material.

45 **Descripción detallada**

Ahora se describe la invención en la presente memoria con referencia a las realizaciones ilustrativas. Los expertos en la técnica reconocen que es posible lograr muchas realizaciones alternativas usando las consideraciones de la presente invención y que la invención no se limita a las realizaciones ilustradas con fines explicativos.

50 Una parte del material de conversión igneoeléctrico de la presente invención es la primera fase, es decir, la fase que proporciona la matriz. Preferentemente, la propia matriz es un aislante. Los ejemplos típicos son materiales poliméricos que se usan comúnmente en muchos campos de la industria y que son capaces de proporcionar una matriz que contenga dispersada en la misma la segunda fase como se ha identificado anteriormente y se explica a continuación de forma adicional.

55 Los ejemplos apropiados son acrílicos, materiales de caucho, polímeros vinílicos, así como también polímeros de olefina. El término polímero, tal y como se emplea en la presente memoria, incluye homopolímeros, así como también copolímeros. Se puede emplear cualquier tipo de material de matriz en la presente invención, aunque se prefieren materiales que permitan la preparación del material de conversión igneoeléctrico por medio del método de fabricación tal y como se explica en la presente memoria. Éste comprende la provisión de una mezcla que comprende el material de matriz o un precursor del mismo, de manera que permita la mezcla con la segunda fase, como se define en la presente memoria, al tiempo que permita una determinada movilidad de la segunda fase con respecto a la solidificación de la fase de matriz para proporcionar un material de conversión igneoeléctrico.

65 Por consiguiente, los materiales preferidos para la primera fase son polímeros que se pueden disolver en un disolvente apropiado, así como también mezclas monoméricas, que solidifican tras la activación de un mecanismo

de curado. Como se ha indicado anteriormente, un ejemplo prominente de dichos materiales es un acrílico, tal como PMMA, que se puede procesar en disolución y que solidifica debido a la evaporación del disolvente. Otro ejemplo válido es el uso de resinas como primera fase, que solidifican por medio de reticulación en lugar de mediante la ausencia de disolvente. No obstante, la presente invención no se limita a ello.

5 La segunda fase a emplear de acuerdo con la presente invención es un material de escala micrométrica o nanométrica. La expresión material de escala micrométrica o nanométrica empleado en la presente memoria se refiere a un material que tiene dimensiones menores de 1 mm, típicamente menores de 500 μm y más preferentemente menores de 250 μm . Los ejemplos de los mismos son dimensiones dentro del intervalo por debajo
10 de 100 μm , tal como de 5 a 50 μm . Como se ha indicado anteriormente, los materiales de escala nanométrica, es decir, materiales que tienen una dimensión por debajo de 1 μm también se pueden emplear. No obstante, por motivos de coste, con frecuencia resulta más apropiado emplear materiales de escala micrométrica.

15 El material a emplear para la segunda fase es un material que tiene una relación de aspecto por encima de 1, es decir, las partículas del material muestran una longitud (dimensión más larga de la partícula) mayor que la dimensión más corta de la partícula. Los ejemplos típicos de las mismas son fibras, así como también escamas, que no muestran una longitud que supera en mucho el espesor de la respectiva partícula. Las realizaciones preferidas son partículas con una relación de aspecto muy por encima de 1, tal como de 2 a 100. El uso de partículas con dicha relación de aspecto permite la formación de zarcillos punzantes, como se describe en la presente memoria.

20 Además de las fibras y escamas, no obstante, también es posible emplear materiales dendríticos, tales como polímeros ramificados, que tienen cadenas laterales sustancialmente más cortas que la longitud de la cadena principal (cadena principal) del polímero. Similarmente, se podrían emplear partículas que posean una geometría específica (y no necesariamente una relación específica de tamaño/aspecto), tal como estructuras de ramificación o
25 dendríticas, con el fin de generar, tras el auto ensamblaje, zarcillos punzantes según sea necesario. No obstante, al menos con fines de fabricación, el uso de materiales particulares resulta preferido, tal como partículas en forma de fibras y/o escamas.

30 El material empleado para la segunda fase tiene que proporcionar movilidad electrónica. Por consiguiente, los materiales típicos para la segunda fase son materiales conductores o semiconductores. Los ejemplos de los mismos incluyen materiales derivados de carbono, tales como nanotubos de grafeno o carbono, así como también metales, incluyendo oro, plata, y otros metales conductores, tales como cobre y hierro. La elección del material, con frecuencia, depende de la disponibilidad de materiales de escala micrométrica o nanométrica que tengan la forma deseada (es decir partículas con una relación de aspecto por encima de 1).

35 Como ya se ha remarcado anteriormente, una forma apropiada de preparar el material de conversión igneoeléctrico de la presente invención comprende las siguientes etapas:

40 proporcionar el material de matriz (o un precursor del mismo);

mezclar el material para la segunda fase con el material de la matriz (o precursor del mismo); y

45 solidificar la mezcla al tiempo que se aplica una diferencia de potencial de portadores de carga, tal como electrones, preferentemente por medio de la aplicación de corriente eléctrica continua.

50 Como se ha indicado anteriormente, la fase de matriz se proporciona en primer lugar en una forma que permita la mezcla homogénea con el material de segunda fase, al tiempo que proporciona una determinada movilidad para el material de segunda fase en la mezcla. Esto se logra típicamente proporcionando el material de matriz en forma de un líquido, tal como una disolución del material de matriz o un monómero líquido. El líquido puede ser un líquido viscoso, con tal de que el material de la segunda fase sea capaz de moverse dentro de la mezcla, para permitir una determinada orientación durante la solidificación como se ha descrito anteriormente, preferentemente, al tiempo que se aplica una corriente. Este aspecto de la presente invención se describe a continuación haciendo referencia al uso de una corriente continua. No obstante, resulta evidente, que otro medio de proporcionar una diferencia de potencial en el sentido que se define en la presente memoria también resulta apropiado para generar el efecto descrito, concretamente el auto ensamblaje divulgado en la presente memoria. La corriente aplicada es corriente eléctrica continua (no alterna). Al comienzo de la aplicación de la corriente eléctrica puede haber o no conexiones eléctricas establecidas con la mezcla de la primera y segunda fase (en particular entre las partículas de la segunda fase). Por consiguiente, la fase inicial de la presente etapa del método se puede describir proporcionando electrones en un lado de la composición. Se ha descubierto que debido a la forma de la segunda fase tal y como se divulga en la presente memoria, la provisión de electrones inicia un proceso de auto-ensamblaje donde las partículas se agregan progresivamente unas a otras partiendo del lado con carga negativa, dando como resultado la formación de canales de conducción eléctrica por toda la composición, en forma de partículas específicamente orientadas de la segunda fase. Como se ha indicado anteriormente, una fase de matriz altamente apropiada es una matriz formada por acrílicos, tales como PMMA, que se pueden proporcionar en forma de una disolución en un disolvente apropiado.

65 Empleando este tipo de proceso, el material para la segunda fase puede experimentar un cierto grado de orientación

durante la solidificación, debido a la aplicación de la corriente. Debido a que el material de la segunda fase permite el movimiento electrónico, tal como dentro de un conductor, tal como oro, o un semiconductor, tal como grafeno, las partículas de la segunda fase con la relación de aspecto mayor que 1 experimentan el auto ensamblaje descrito en el párrafo anterior, generando conexiones (que permiten la movilidad electrónica) en la dirección de movimiento del portador de carga (electrón). El resultado es un ensamblaje tridimensional de las partículas que constituyen la segunda fase, para formar lo que se puede describir como zarcillos punzantes (ya que las partículas entran en contacto principalmente unas con otras de forma aleatoria a lo largo de un eje de las partículas) proporcionando una determinada forma de conexión que permite el movimiento de los electrones por toda la matriz, es decir, a lo largo de las partículas conectadas de la segunda fase. Debido a este proceso de producción las barbas, como se ilustra en la Figura 3, predominan en una dirección, es decir, la dirección de la corriente aplicada, es decir, en sentido opuesto al movimiento de los electrones definido por la corriente eléctrica continua aplicada.

Una ventaja de la preparación del material de la presente invención de esta forma es que la mezcla de la primera y segunda fase se puede preparar usando dispositivos convencionales de procesamiento de polímeros. Además, la mezcla, antes de la solidificación se puede aplicar usando una amplia diversidad de técnicas convencionales, tales como impresión. Esto permite la provisión del material de conversión igneoeléctrico final en una amplia diversidad de formas de manera sencilla. Por ejemplo, es posible imprimir las capas finas de materiales de conversión igneoeléctricos, permitiendo la provisión de paneles grandes. Alternativamente, es posible moldear la mezcla antes de la solidificación, para preparar bloques más gruesos de materiales de conversión igneoeléctricos.

Sorprendentemente, se ha encontrado y confirmado por medio de datos experimentales que con un material de conversión igneoeléctrico de acuerdo con la presente invención, es posible generar electricidad empleando un depósito térmico individual. Mediante el empleo de materiales de escala micrométrica o nanométrica para la segunda fase, y garantizando la formación de canales conductores por todo el material, como se ha explicado anteriormente, se permite la generación continua y estacionaria de electricidad, siempre y cuando el material de conversión se encuentre dentro de un entorno con una temperatura por encima de un valor umbral, a pesar del hecho de que únicamente se proporcione un depósito térmico individual.

Actualmente, la explicación principal del efecto igneoeléctrico se basa en el hecho de que la predominancia de barbas ubicadas en una dirección impide el movimiento espontáneo, con mediación térmica, de los portadores de carga a lo largo de los zarcillos punzantes en esa dirección, lo cual tiene como resultado la sustracción en un movimiento de carga neta macroscópica en la otra dirección. Este efecto tiene lugar a escala de longitud donde la carga eléctrica se mueve de forma balística (dependiente de la trayectoria) en lugar de manera Browniana (independiente de la trayectoria), y para la cual las barbas constituyen el equivalente de pistas ciegas para la movilidad de carga espontánea.

Debido a que el efecto igneoeléctrico se genera localmente a escala de longitud del movimiento balístico para las cargas eléctricas, el efecto se genera únicamente alrededor de las uniones entre las partículas que constituyen la segunda fase (véase la Figura 3, para la representación esquemática de las conexiones (uniones)) y dentro de una distancia a partir de dichas uniones comparable con la escala de longitud del movimiento balístico para las cargas eléctricas en el material de las partículas. Por este motivo, el efecto es más pronunciado macroscópicamente, cuantas más partículas constitutivas de la segunda fase estén presentes en una escala típica de longitud comparable con, o menor que, la escala de longitud de movimiento balístico para las cargas eléctricas del material de las partículas. Por ejemplo, en el movimiento balístico de Gold de las cargas eléctricas que ocurre en distancias nanométricas; en grafeno, hasta distancias micrométricas. Los datos experimentales generados y descritos en los ejemplos, muestran que para ambos (las distancias nanométricas y las micrométricas) se pueden producir sistemas funcionales, es decir, sistemas donde la segunda fase esté constituida por nanovarillas de oro y, por separado, microescamas de grafeno.

Con el fin de permitir la función de dicho material de conversión se requiere que la dispersión de la segunda fase dentro de la primera fase sea suficiente con el fin de evitar la aparición de segmentos que comprenden aglomerados voluminosos de la segunda fase. Típicamente, esto puede quedar garantizado proporcionando simplemente una mezcla homogénea de las dos fases, antes de la solidificación y el ajuste de contenido de la segunda fase. La cantidad mínima de partículas de la segunda fase es una cantidad, que proporciona los canales de percolación anteriormente descritos (zarcillos punzantes) que permiten la movilidad electrónica. Este contenido mínimo depende del tipo de material empleado, así como también de la forma y tipo de sistema usado (primera y segunda fase), pero se puede establecer fácilmente por medio de la persona experta promedio mediante la producción simple del material de conversión y confirmando la capacidad para generar electricidad. Este contenido es de un 0,01 % en peso a no más de un 70 % en peso. Los intervalos apropiados pueden ser de un 0,1 % a un 50 % en peso, siendo ejemplos adicionales de 1 a un 25 % en peso o de un 5 a un 10 % en peso. Si se requiere, se puede garantizar una dispersión suficiente de la segunda fase en la matriz mediante el uso de partículas modificadas en superficie, lo que permite una mejor dispersión de la segunda fase en la matriz, mediante el uso de disoluciones menos viscosas del material de la matriz, o mediante el empleo de agentes activos/ dispersantes.

El análisis de los materiales de conversión igneoeléctricos de acuerdo con la presente invención, usando por ejemplo SEM, ha revelado que la estructura autoensamblada de la segunda fase, de hecho, se obtiene de acuerdo

con el método descrito en la presente memoria.

Para contenidos bajos de segunda fase en el composite, el proceso de auto-ensamblaje da lugar a zarcillos predominantemente separados en la dirección A -> B (dirección del portador de carga). En este caso, el proceso de auto-ensamblaje tiene como resultado lo que se puede describir como zarcillos punzantes, ilustrados en la Figura 3.

Como viene indicado en la Figura 3, la mayoría de las barbas apuntan en una dirección, es decir, en el caso descrito anteriormente hacia A. Parece que dicha estructura permite el efecto igneoeléctrico proporcionado por medio de la presente invención. A cargas más elevadas de la segunda fase se generan estructuras que también muestran determinada interconexión entre los diferentes zarcillos, lo cual no resulta negativo desde el punto de vista funcional del composite, con tal de que se garantice una dispersión suficiente de la segunda fase. De manera más general, se mantiene la funcionalidad del sistema con tal de que se mantenga un grado suficiente de anisotropía en los ángulos entre los segmentos conductores de la segunda fase. En este sentido, los sistemas funcionales también pueden estar constituidos, en parte o en su totalidad, por zarcillos empaquetados de forma suficientemente estrecha de forma que los zarcillos adyacentes se conecten a través de las barbas que sobresalen, lo cual en esta configuración funciona como puentes entre los zarcillos adyacentes en lugar de pistas ciegas para el movimiento de las cargas. En este sentido, es posible obtener la anisotropía anteriormente mencionada en ángulo, por ejemplo, por medio de barbas/puentes curvados y/o divergencia/convergencia en la dirección global de los zarcillos. En las dos configuraciones adicionales descritas (puentes/barbas curvadas y/o divergencia/convergencia en la dirección global de los zarcillos), la funcionalidad de las barbas como pistas ciegas para el movimiento de las cargas se podría sustituir con una contribución no nula en una dirección para el movimiento de carga balístico y espontáneo en los dos puntos de unión entre la barba y los zarcillos adyacentes, debido a los puentes/barbas que forman diferentes ángulos con los zarcillos.

Las dos configuraciones descritas (puentes/barbas curvadas y/o divergencia/convergencia en la dirección total de los zarcillos) se pueden trazar en retroceso y obtener en forma de paquete cerrado de los zarcillos punzantes descritos con carácter previo.

En casos específicos, tales como para contenidos elevados de segunda fase, los zarcillos punzantes creados por medio del proceso de auto-ensamblaje descrito en el párrafo 24, se pueden ver afectados por ramificaciones, que pueden contribuir a que la mayoría de las barbas/ángulos de las uniones apunten en sentido opuesto al que se describe a continuación en el párrafo 24. Esto también puede producir un sistema funcional, donde la tensión eléctrica generada por el sistema final es opuesta a la aplicada durante la fabricación. Esta configuración invertida también puede ser el resultado de condiciones específicas tales como la reticulación inducida por calentamiento local de la primera fase en el borde las partículas agregadas, lo cual puede conducir a que las partículas ya agregadas únicamente presenten su cara o lado largo como único punto de contacto disponible para las partículas que se agregan de nuevo. Esto tendría como resultado una inversión direccional de la estructura de la Figura 3. Dichos sistemas invertidos, por supuesto, también resultan funcionales.

La representación esquemática de la Figura 3 también muestra, que el segundo material de fase (fase de material conductor) debe estar presente en forma de objetos/partículas que posean distinta relación de tamaño en su geometría (es decir, una relación de aspecto mayor de 1), de forma que muestren una orientación unas con respecto a otras y en relación con la geometría macroscópica del material. Por ejemplo, se pueden usar metales o grafeno, y los objetos pueden variar de varillas a escamas, tubos, etc. En los experimentos piloto, se han obtenido sistemas funcionales por medio del uso de nanovarillas de oro, así como sistemas separados que usan microescamas de grafeno.

A continuación, se proporciona una descripción de un elemento de conversión igneoeléctrico de acuerdo con la presente realización.

El elemento de conversión igneoeléctrico incluye el material de conversión igneoeléctrico y dos electrodos. Los detalles del mismo se proporcionan a continuación.

El elemento de conversión igneoeléctrico de acuerdo con la presente realización incluye el material de conversión igneoeléctrico. Además, el elemento de conversión igneoeléctrico incluye de forma adicional una pluralidad de electrodos (al menos un ánodo y un cátodo), y si se desea, elementos adicionales, tales como una cubierta para el material de conversión igneoeléctrico o los elementos que permitan la unión de una pluralidad de elementos de conversión igneoeléctricos. La energía térmica se puede convertir directamente en energía eléctrica por medio del uso del elemento de conversión igneoeléctrico.

Como electrodo, el elemento de conversión igneoeléctrico incluye un primer electrodo que conecta eléctricamente un extremo del material de conversión igneoeléctrico, un segundo electrodo que está conectado al otro extremo del material de conversión igneoeléctrico.

El material de conversión igneoeléctrico y cada uno de los electrodos se pueden unir por medio de un miembro de unión y un miembro de prevención de difusión. El miembro de unión y el miembro de prevención de difusión se

pueden proporcionar para el laminado entre el material de conversión igneoeléctrico y el electrodo respectivo.

Aunque no está particularmente limitado, es preferible que el electrodo esté compuesto por al menos un tipo de aleación que esté seleccionada entre el grupo que consiste en una aleación de Fe, una aleación de Co, una aleación de Ni, una aleación de Cu, una aleación de Ti, y una aleación de Al. Además, el electrodo puede ser al menos un tipo de metal que esté seleccionado entre el grupo que consiste, por ejemplo, en hierro, cobalto, níquel, cobre, titanio y aluminio. Además, como material de electrodo, resulta más preferido usar una aleación que tenga la misma composición que la capa de aleación del miembro de unión. De acuerdo con esto, es posible mejorar la adhesividad entre el electrodo y el miembro de unión.

Desde el punto de vista de mitigar la tensión térmica, es preferible que el miembro de unión esté compuesto por al menos un tipo de aleación que está seleccionada entre el grupo que consiste en una aleación de Cu, una aleación de Ag, una aleación de Au y una aleación de Al.

Desde el punto de vista de evitar la difusión de elementos constituyentes del material de conversión igneoeléctrico, es preferible proporcionar un miembro de prevención de difusión y dicho miembro puede estar compuesto por al menos un tipo de aleación seleccionada entre el grupo que consiste en una aleación de Fe-M1 (M1 representa al menos un tipo de elemento seleccionado entre el grupo que consiste en Cr, Mo, W, V, Nb, Ta, Mn, Ti, Zr, Hf, C, Si y Ge), una aleación de Co-M1, una aleación de Ni-M1, una aleación de Ti-M2 (M2 representa al menos un tipo de aleación seleccionada entre el grupo que consiste en Al, G, In, Cu, Ag, Au, Sn, Zn y Mg), una aleación de Zr-M2, una aleación de Hf-M2, una aleación de V-M2, una aleación de Nb-M2, una aleación de Ta-M2, una aleación de Cr-M2, una aleación de Mo-M2 y una aleación de W-M2.

Además, el miembro de unión y el miembro de prevención de difusión pueden estar constituidos por un tipo de capa de aleación, respectivamente, pero pueden estar constituidos por dos o más tipos de capas de aleación, respectivamente.

El miembro de unión y el miembro de prevención de difusión se pueden laminar sobre el material de conversión igneoeléctrico por medio de un método tal como soldadura, metalizado por bombardeo, deposición de vapor, pulverización térmica y método de sinterización por plasma y chispa.

El electrodo se puede laminar sobre el miembro de unión por medio de un método conocido tal como soldadura, metalizado por bombardeo, deposición de vapor, pulverización térmica, método de sinterización por plasma y chispa y soldadura de micro-láser.

Además, en la presente realización, se ha proporcionado la descripción del elemento de conversión igneoeléctrico que incluye el miembro de unión y el miembro de prevención de difusión, pero es posible omitir cualquiera o ambos del miembro de unión y el miembro de prevención de difusión.

El elemento de conversión igneoeléctrico se puede emplear en un módulo de conversión igneoeléctrico, que puede estar construido de acuerdo con el procedimiento convencional conocido por la persona experta. La persona experta también es consciente del modo de producción de un sistema y generador igneoeléctrico empleando el material descrito en la presente memoria.

El módulo tal y como se hace referencia en la presente memoria típicamente comprende uno o más de los elementos que se han descrito anteriormente, junto con un medio necesario para controlar el rendimiento del(de los) elemento(s), así como también el medio para proporcionar información sobre el estado del(de los) elemento(s), tal como electricidad generada, etc, así como opcionalmente el medio para conectar el módulo con una rejilla eléctrica o un dispositivo que usa la electricidad generada (tal como paneles de iluminación, etc) y/o el medio de almacenamiento de electricidad (batería). El generador, tal y como se ha identificado anteriormente, comprende el módulo que incluye el medio para conectar el módulo a una rejilla eléctrica o un dispositivo que usa la electricidad generada (tal como paneles de iluminación, etc.) y el medio de almacenamiento de electricidad (batería).

Debido a la naturaleza simple de los componentes necesarios para producir el material de conversión igneoeléctrico de acuerdo con la presente invención, y debido a la capacidad del proceso y la forma del material que usa los procedimientos convencionales, la presente invención permite una amplia diversidad de aplicaciones potenciales.

Los paneles grandes del material se pueden imprimir permitiendo la recogida de energía, por ejemplo, para proporcionar luz, en espacios interiores de instalaciones calefactadas. Dichos paneles también pueden resultar apropiados para proporcionar electricidad para generación de luz en áreas meridionales, donde otras fuentes de electricidad resultan limitadas. Cabe la posibilidad de cualquier tipo de reciclaje de calor, incluso cuando no son posibles los patrones simples tales como paneles, ya que el material de conversión igneoeléctrico de acuerdo con la presente invención se puede conformar fácilmente incluso para dar lugar a formas complejas, ya que el uso de materiales de matriz poliméricos permite procesos de conformación posteriores a la fabricación, tales como la termoconformación, etc. Debido a que los materiales empleados para la primera y segunda fase del material de conversión igneoeléctrico de la presente invención se encuentran disponibles con coste razonable, se pueden

emplear series de paneles más grandes, pero también se pueden emplear composites voluminosos para la generación de electricidad en regiones con energía geotérmica disponible, o en regiones con elevado calor solar disponible.

- 5 Se ha proporcionado una descripción del elemento de conversión igneoeléctrico y el módulo de conversión igneoeléctrico, pero éstas son únicamente ilustrativas, y las estructuras de los mismos no se limitan a las estructuras anteriormente descritas.

A continuación, se describe la operación y el efecto de la presente realización.

- 10 El material de conversión igneoeléctrico de acuerdo con la presente realización resulta excelente en cuanto a rendimiento de conversión. Además, es posible llevar a cabo un elemento de conversión igneoeléctrico, un módulo de conversión igneoeléctrico, un generador igneoeléctrico y un sistema de conversión igneoeléctrico, que sean excelentes en cuanto a rendimiento de conversión, mediante el uso de un material de conversión igneoeléctrico de acuerdo con la presente realización.

Además, la invención no se limita a la realización anteriormente descrita, y se incluyen variaciones, modificaciones y similares, en una gama capaz de lograr el objeto de la invención.

20 Ejemplo

A continuación, se describe la invención con detalle con referencia a un Ejemplo. Además, la presente invención no se limita a la descripción de los Ejemplos.

25 [Preparación del Material de Conversión Igneoeléctrico]

(Ejemplo 1)

- 30 Se mezclaron escamas de grafeno, obtenidas por medio de tratamiento de ultrasonidos de grafito en NMP, con una anchura de aproximadamente 10 μm con una solución de PMMA en NMP. Se produjo una muestra con un volumen de 2,5 cm^3 por medio de moldeo de la mezcla en un molde de vidrio y solidificación al tiempo que se aplicó una corriente. La muestra obtenida fue un sistema óhmico conductor, que muestra una dependencia casi lineal entre la tensión y la temperatura aplicada por encima de una temperatura umbral mayor de 20 $^{\circ}\text{C}$ (véase Figura 1). Estos resultados experimentales muestran la función general del material de conversión igneoeléctrico de la presente invención como depósito térmico individual. También se prepararon muestras similares usando nanovarillas de oro como material para la segunda fase.

- 40 Se realizó la electrificación de las muestras por medio de conexión de los polos A y B a una fuente de energía DC de Alta Tensión de FuG GmbH (<http://fug-elektronik.de/en/products/high-voltage/hcp.html>). Dependiendo de las muestras, se llevó a cabo la electrificación con una tensión inicial que varió de 1 a 3 kV, con corrientes correspondientes entre 0,1 y 1 mA.

- 45 Se prepararon los electrodos por medio de metalizado por bombardeo de oro del molde con una capa de oro, tras aplicar una máscara al mismo con el fin de limitar y controlar las áreas sobre las cuales se había retenido el oro. Esto permitió la presencia de una capa de oro de espesor micrométrico en áreas limitadas del molde, específicamente las áreas destinadas a constituir los polos A y B, y extendiéndose ambas de forma continua desde el interior del molde (donde la solución de precursor iba posteriormente a entrar en contacto con ellos) sobre el borde y sobre el exterior del molde. Se encintó papel de aluminio en la parte exterior de las superficies sometidas a metalizado por bombardeo de oro que correspondían a los polos A y B. Finalmente, se conectaron cables eléctricos convencionales al aluminio por medio de pinzas de cocodrilo, y se usó esta configuración por un lado para la electrificación y por otro, como parte de fabricación, así como también a modo de medición de las propiedades de los prototipos terminados.

- 55 Las nanovarillas de oro empleadas en las muestras se pueden preparar usando procedimientos publicados, véase por ejemplo <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010854505000287>, o se pueden adquirir a partir de una gama de compañías tales como Sigma-Aldrich.

- 60 El análisis y la evaluación de los materiales tal como se producen permitió comprobar que los composites mostraron el efecto igneoeléctrico identificado con anterioridad. La Figura 1 muestra que un material de acuerdo con la presente invención da lugar a una tensión OC que aumenta al aumentar la temperatura, confirmando la posibilidad de recoger electricidad, mediante la conversión de energía térmica usando un depósito térmico individual. El comportamiento óhmico del material se muestra en la Figura 2 (datos obtenidos usando un Keithley 2400 SourceMeter a 60 $^{\circ}\text{C}$), confirmando de nuevo el efecto ya mostrado en la Figura 1. Ambas Figuras muestran los resultados obtenidos usando materiales con cargas muy bajas de materiales de segunda fase preparados usando métodos no optimizados. Se ha mostrado, que por medio del aumento de la carga de segunda fase y optimización del método de producción (etapas adicionales de tratamiento por ultrasonidos para mejorar la mezcla de la primera y

segunda fase, así como también el ajuste de corriente usado durante la solidificación) aumenta la eficacia de conversión.

REIVINDICACIONES

1. Un material de conversión de energía (térmica en eléctrica), que comprende:
una primera fase que proporciona una matriz y una segunda fase que comprende un material de escala nanométrica
5 o micrométrica que proporciona movilidad electrónica, que comprende partículas con una relación de aspecto mayor que 1, donde la segunda fase proporcionar canales de conducción eléctrica por toda la composición, caracterizado porque la segunda fase comprende zarcillos punzantes, de forma que las barbas apuntan predominantemente en una dirección.
- 10 2. El material de conversión de acuerdo con la reivindicación 1, donde la primera fase comprende un aislante, tal como un polímero.
3. El material de conversión de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde la segunda fase comprende un material conductor o semiconductor.
- 15 4. El material de conversión de acuerdo con la reivindicación 3, donde el material semiconductor está seleccionado entre materiales tales como nanotubos de carbono y grafeno y el material conductor está seleccionado entre metales, tales como oro, plata, cobre y hierro, o polímeros conjugados.
- 20 5. El material de conversión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la fase de matriz comprende un polímero no conductor, preferentemente un polímero acrílico.
6. El material de conversión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde la segunda fase comprende partículas con una dimensión de 100 µm o menos.
- 25 7. El material de conversión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que se puede obtener por medio de un método, que comprende mezclar una solución de material para la primera fase con un material de la segunda fase y solidificar la mezcla mientras se aplica una corriente.
- 30 8. El material de conversión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende una fase de matriz de un polímero acrílico y dispersadas en la misma, escamas de grafeno como segunda fase.
9. Un elemento de conversión, que comprende:
- 35 el material de conversión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8; y dos electrodos.
10. Un módulo de conversión, que comprende:
el elemento de conversión de acuerdo con la reivindicación 9.
- 40 11. Un generador, que comprende:
el elemento de conversión de acuerdo con la reivindicación 9.
12. Un método de fabricación de un material de conversión de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 8, que comprende:
- 45 preparar un precursor líquido de la fase de matriz;
mezclar con el mismo el material para la segunda fase; y
solidificar la mezcla,
donde se aplica corriente continua durante la solidificación.
- 50 13. El método de fabricación de un material de conversión de acuerdo con la reivindicación 12, donde el contenido de la segunda fase es de un 0,01 a no más de un 70 % en peso.

Fig.1

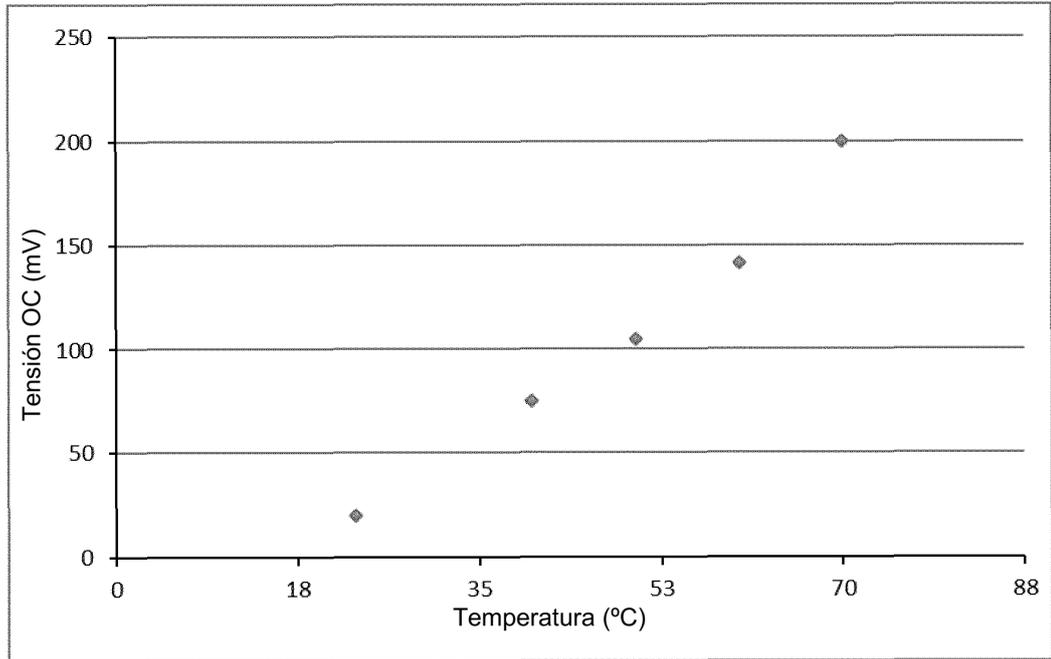


Fig.2

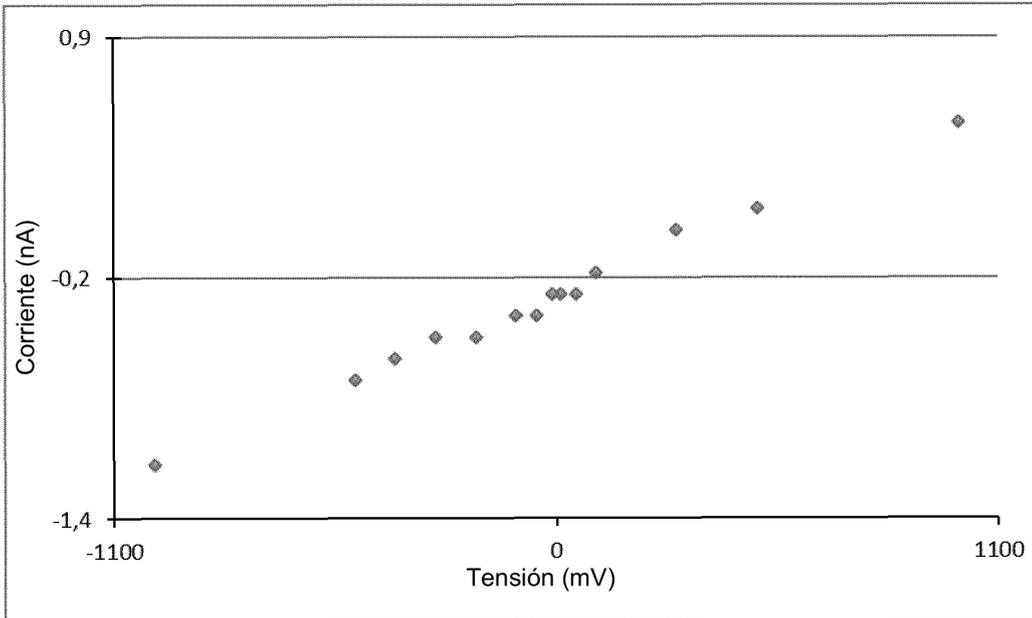


Fig.3

