

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 768**

21 Número de solicitud: 201230989

51 Int. Cl.:

**C08K 3/04** (2006.01)

**B29C 35/08** (2006.01)

**B82Y 30/00** (2011.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **26.06.2012**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **01.10.2012**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**01.10.2012**

71 Solicitante/s:  
**ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN DE  
MATERIALES PLÁSTICOS Y CONEXAS  
C/ Gustave Eiffel, 4 Apdo. Correos, 51 Parque  
Tecnológico  
46980 Paterna, Valencia, ES**

72 Inventor/es:  
**BENEDITO BORRÁS, Adolfo y  
GALINDO GALIANA, Begoña**

74 Agente/Representante:  
**Carpintero López, Mario**

54 Título: **Material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas, procedimiento para la preparación de dicho material polimérico y uso de dicho material polimérico**

57 Resumen:

Material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas, procedimiento para la preparación de dicho material polimérico y uso de dicho material polimérico.

El material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas comprende una matriz de polímero y un susceptor, y se caracteriza porque dicho susceptor está formado por nanotubos de carbono en una concentración entre el 0,1% y el 10% en peso. El procedimiento para la preparación de dicho material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas se caracteriza porque se realiza mediante la dispersión de nanotubos de carbono en una matriz polimérica, comprendiendo la dispersión las siguientes etapas:  
a) preparar un concentrado de termoplástico con una concentración de nanotubos de carbono entre el 5% y el 20% en peso; y  
b) diluir dicho concentrado de termoplástico a una concentración entre el 0,1% y el 10% en peso. Permite aumentar la eficacia del calentamiento hasta 20 veces si se compara con otros aditivos o susceptores convencionales.

El material polimérico es apto para su uso en diferentes tipologías de microondas.

ES 2 387 768 A1

**DESCRIPCIÓN**

Material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas, procedimiento para la preparación de dicho material polimérico y uso de dicho material polimérico.

5

**Objeto de la invención**

La presente invención se refiere a un material polimérico para su calentamiento mediante microondas. Según un segundo aspecto, la presente invención también se refiere a un procedimiento para la preparación de dicho material polimérico, y según un tercer aspecto, la presente invención se refiere al uso de dicho material polimérico.

10

**Antecedentes de la invención**

Los materiales poliméricos, debido a su comportamiento claramente dieléctrico, son prácticamente transparentes a la radiación de microondas. Es por ello por lo que la elevada efectividad de los calentamientos mediante esta tecnología, mucho mayores que otras técnicas convencionales como convección o conducción, no pueden ser aprovechados totalmente para materiales poliméricos.

15

Existen algunos desarrollos que tratan de dopar en masa los materiales poliméricos mediante aditivos llamados susceptores que absorben de manera muy eficiente la radiación de microondas. Como susceptor se entiende un material que tiene capacidad para absorber energía electromagnética y convertirla en calor. Los usos más habituales suelen ser destinados al aumento de velocidad en procesos de curado de resinas termoestables o cauchos, y en reacciones química con un alto grado de avance.

20

Los sistemas capaces de interactuar con la radiación de microondas deben integrar especies químicas capaces de orientar momentos dipolares bajo la acción de un campo electromagnético, o tener un comportamiento de semiconductor. Los materiales poliméricos habituales en aplicaciones industriales difícilmente muestran ninguno de ambos comportamientos que implican cualquier interacción con la radiación de microondas.

25

30

Se conocen diferentes documentos que describen la utilización de radiación de microondas como fuente de calentamiento.

La solicitud de patente WO 2007/138290 A2 describe una metodología para la fabricación de piezas conformadas usando radiación electromagnética de microondas como fuente de calentamiento. Este documento define una serie de aditivos susceptores convencionales como aptos, destacando el negro de carbono. La efectividad de calentamiento con este último material no es comparable al obtenido en la presente invención con otros derivados carbonados como los nanotubos de carbono.

35

40

La solicitud de patente CN102108174A utiliza nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT) al 10% como susceptores de microondas. Sin embargo, en este documento, la utilidad se centra en la compatibilización de mezclas de caucho HNBR y EPM, y no se aplica a materiales termoplásticos para procesos de calentamiento y transformación.

45

La solicitud de patente JP2011162898A define varios susceptores de microondas, entre ellos nanotubos de carbono, para una nueva metodología de obtención de fibras de carbono a partir de poliacrilonitrilo, pero no se describe un calentamiento controlado para procesos de transformación, soldadura con microondas o aplicaciones finales en envases.

50

También se conocen los siguientes artículos relacionados:

El artículo "Aligned carbon nanotube coating on polyethylene surface formed by microwave radiation", Rui Xie, Jiaping Wang, Yang Yang, Kaili Jiang, Qunqing Li, Shoushan Fan. Composites Science and Technology 72 (2011) 85–90, describe una nueva metodología de recubrimiento superficial de polietilenos con nanotubos de carbono. En esta metodología se depositan unas películas de CNTs sintetizados en la superficie de polietileno, y las microondas actúan generando un gran aumento de temperatura en la superficie y provocando la fusión superficial del polímero, produciendo la soldadura de los CNTs en la superficie del polímero. Este artículo no describe mezclas en masa con todo el polímero, ni el calentamiento homogéneo de todo el polímero.

55

60

La publicación "Carbon Nanotubes and Microwaves: Interactions, Responses, and Applications", Ester Vázquez

y Maurizio Prato. ACS NANO. Vol. 3, Nº. 12, 3819–3824, describe la efectividad de los CNTs en su interacción con la radiación de microondas. Las aplicaciones que define están relacionadas con la modificación de CNTs, y para acelerar reacciones químicas, pero no con la interacción de los CNTs integrados en matrices poliméricas.

5 La publicación “Microwave Properties of Multiwall Carbon Nanotubes filled Polymers”, A. Mdarhri, G. Pecastings, F. Carmona, M.E. Achour, P. Delhaes, J.L. Miane, “Journal of Microwaves and Optoelectronics”, Vol.6, No.1, junio 2007, estudia el efecto de absorción de microondas en sistemas formados por MWCNTs en resinas epoxi. En este documento se describe el efecto de la dispersión de los CNTs en la matriz mediante AFM, pero no hace referencia al comportamiento en diferentes aplicaciones, ya sea curado, fusión, etc.

10 El artículo “Carbon nanotubes for RF and Microwaves”, P.J.Burke; Z.Yu; C.Rutherglen. 13th GAAS Symposium, 2005, es un estudio sobre el efecto de las microondas sobre nanotubos de carbono desde un punto de vista teórico. Se postulan mecanismos de absorción de radiación de microondas pero no se hace mención a aplicaciones o metodologías de uso.

15 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es introducir aditivos nano-susceptores de nueva generación mucho más eficientes que los tradicionalmente utilizados.

### Descripción de la invención

20 Con el material y el procedimiento de la invención se consiguen resolver los inconvenientes citados, presentando otras ventajas que se describirán a continuación.

25 Según un primer aspecto, la presente invención se refiere a un material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas, que comprende una matriz polimérica y un susceptor, y se caracteriza porque dicho susceptor está formado por nanotubos de carbono en una concentración entre el 0,1% y el 10% en peso.

30 Ventajosamente, dichos nanotubos de carbono pueden ser nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT) o nanotubos de carbono de pared única (SWCNT).

35 Para dicha matriz de polímero se puede utilizar todo tipo de material termoplástico. En particular, poliolefinas, poliésteres, poliamidas, poliuretanos termoplásticos. Dichas poliolefinas pueden ser polietilenos o polipropilenos, dichos poliésteres pueden ser poli-etilentereftalato, poli-butilentereftalato, polimetacrilatos o policarbonatos, dichas poliamidas pueden ser PA6 o PA66, y los poliuretanos del tipo TPU de poliéster o poliéter.

40 Si se desea, dichos nanotubos de carbono pueden ser nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT) oxidados o funcionalizados con aminas o polietilenglicol.

Según una realización preferida, dichos nanotubos de carbono están presentes en el material polimérico con una concentración entre el 0.5 y el 3% en peso, dependiendo de los requerimientos finales.

45 Según un segundo aspecto, la presente invención también se refiere a un procedimiento para la preparación de un material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas tal como se ha descrito anteriormente, que se caracteriza porque se realiza mediante la dispersión de nanotubos de carbono en una matriz de polímero, comprendiendo la dispersión las siguientes etapas:

50 a) preparar un concentrado de termoplástico con una concentración de nanotubos de carbono entre el 5% y el 20% en peso; y

b) diluir dicho concentrado de termoplástico a una concentración entre el 0,1% y el 10% en peso.

55 Ventajosamente, dicha dispersión se realiza mediante una extrusora de doble husillo co-rotante, y aplicando una velocidad entre 200 y 1200 revoluciones por minuto a dicho husillo.

Por lo tanto, la presente invención introduce aditivos nano-susceptores de nueva generación mucho más eficientes que los tradicionalmente utilizados.

60 De esta manera, se han dopado materiales termoplásticos mediante nanotubos de carbono, aumentando la eficacia del calentamiento hasta 20 veces si lo comparamos con otros aditivos o susceptores más

convencionales, tales como óxidos metálicos, negros de humo, zeolitas, metales, materiales cerámicos o grafitos. En los estudios realizados se ha demostrado que en apenas unos pocos segundos es posible conseguir la fusión del material termoplástico, permitiendo su posterior procesado.

5 La dispersión del susceptor en la matriz termoplástica es fundamental para alcanzar la máxima eficacia del calentamiento.

10 El procedimiento implica una correcta dispersión de las cargas susceptoras, evitando la tendencia clara de los nanotubos de carbono a sufrir procesos de aglomeración. La presencia de estructuras aglomeradas de gran tamaño limita la eficacia del calentamiento y favorece la localización de zonas especialmente sobre calentadas, generadores de quemados y degradados en el material.

15 Un aspecto importante en el proceso de preparación ha sido la selección y diseño de un husillo de dispersión adecuado para el proceso. Con el objetivo de alcanzar elevadas fuerzas dispersivas se ha estudiado y optimizado un husillo que cumple con los requerimientos de mezclado suficientes para minimizar la formación de aglomerados en la estructura del material. El diseño de husillo es tal que la energía mecánica específica del procedimiento sea entre 300-900 kW·h/t, cuya energía específica es la responsable de la rotura de los aglomerados.

20 Según un tercer aspecto, la presente invención se refiere al uso del material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas descrito anteriormente, siendo apto y efectivo para su aplicación con diferentes tipologías de microondas seleccionadas entre monomodo, multimodo, de antena abierta, de frecuencia variable o de frecuencia fija (entre 2.45 y 5.48GHz).

### 25 **Breve descripción de los dibujos**

Para mejor comprensión de cuanto se ha expuesto, se acompañan unos dibujos en los que, esquemáticamente y tan sólo a título de ejemplo no limitativo, se representa un caso práctico de realización.

30 La figura 1 es un gráfico en el que se muestra la temperatura alcanzada con microondas de 2,45 GHz a 400W durante 20 segundos para un material de comparación, con polímero y negro de carbón.

La figura 2 es un gráfico en el que se muestra la temperatura alcanzada con microondas de 2,45 GHz a 400W durante 20 segundos para el material según la presente invención, con polímero y nanotubos de carbono.

### 35 **Descripción de una realización preferida**

El material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas, que comprende:

40 - una matriz polimérica; y

- un susceptor formado por nanotubos de carbono.

45 Los nanotubos de carbono pueden ser nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT) o nanotubos de carbono de pared única (SWCNT) con una concentración entre el 0,1% y el 10% en peso, preferentemente con una concentración entre 0.5 y 3% en peso. Dichos nanotubos de carbono pueden ser nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT) oxidados o funcionalizados con aminas o polietilenglicol.

50 Por su parte, para la matriz de polímero se utilizan poliolefinas, poliésteres o poliamidas. Por ejemplo, dichas poliolefinas pueden ser polietilenos o polipropilenos, dichos poliésteres pueden ser poli-etilitereftalato o poli-butilitereftalato, y dichas poliamidas pueden ser PA6 o PA66.

55 Los nanotubos de carbono, en particular los de pared múltiple (MWCNT), ofrecen una alta área superficial y muestran una importante mejora en el calentamiento. La potencia de los microondas se puede reducir a 400 W, que es suficiente para alcanzar temperaturas mayores de 100°C en 20 segundos. Debe indicarse que esta observación es independiente del uso del material de la matriz.

60 Debe indicarse que se han probado diferentes tipologías de microondas: monomodo, multimodo, antena abierta, frecuencia variable o frecuencia fija, que consiguen los efectos deseados en el material polimérico de la presente invención.

Tal como se puede apreciar en las gráficas de las figuras 1 y 2, el material de la presente invención con nanotubos de carbono presenta una eficiencia de diez a veinte veces mayor que con negro de carbono.

5 Por su parte, el procedimiento para la preparación de dicho material se realiza mediante la dispersión de nanotubos de carbono en una matriz polimérica con una extrusora de doble husillo, comprendiendo la dispersión las siguientes etapas:

a) preparar un concentrado de termoplástico con una concentración de nanotubos de carbono entre el 5% y el 20% en peso, preferentemente el 6% en peso; y

10 b) diluir dicho concentrado de termoplástico a una concentración entre el 0,1% y el 10% en peso, preferentemente al 1% en peso.

15 Para que dicha dispersión se realice adecuadamente, preferentemente se aplica una velocidad entre 200 y 1200 revoluciones por minutos a dicho husillo.

20 Este procedimiento es crucial para conseguir una buena dispersión y distribución de los nanotubos de carbono en la matriz. Los nanotubos de carbono tienen una alta afinidad a aglomerarse en grandes estructuras microscópicas. Durante este procedimiento, la eliminación de las partículas aglomeradas en polímeros no polares, tales como polietileno o polipropileno, es un reto.

25 Para minimizar estos problemas, se ha utilizado un husillo para conseguir la máxima dispersión y homogeneidad posible. Con el procedimiento según la presente invención se mejora no solamente la calidad de la dispersión, sino también la manipulación del material.

Con un husillo con una velocidad entre 200 y 1200 revoluciones por minuto se consigue la rotura de las estructuras aglomeradas. Sin embargo, debe indicarse que velocidades excesivas podrían provocar la fractura de los nanotubos de carbono, y limitar así la eficiencia de calentamiento.

30 El ajuste del procedimiento de preparación del material de la presente invención permite obtener un material optimizado para calentamiento con microondas minimizando los requerimientos energéticos y el tiempo de calentamiento.

35 Un cálculo de la eficiencia energética a partir del consumo y de la capacidad calorífica de los materiales termoplásticos indica valores superiores al 80% (ver tabla 1), mientras que con los materiales convencionales solamente se alcanzan valores de aproximadamente el 50-60%.

Tabla 1. Cálculo de la eficiencia energética del calentamiento con microondas monomodo de varios materiales termoplásticos

40

Eficiencia calentamiento con microondas:									
Tamaño muestras: 60 * 40 * 4 mm = 9600 mm <sup>3</sup>									
Material	$\Delta T$	Potencia Microondas	Tiempo	Potencia entrada	Densidad	Peso muestra	Capacidad calorífica	Energía Absorbida	Eficiencia
	[°C]	[W] = [J/s]	[s]	[J]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg]	[J / kg K]	[J]	[%]
HDPE	87,5	100	20	2000	950	0,0091	2050	1636	82
PA	106	100	20	2000	1130	0,0108	1450	1667	83

45 El material de la presente invención puede ser aplicado en sistemas de calentamiento selectivo de materiales poliméricos. Cabe destacar en este sentido la capacidad de integrar estos sistemas en procesos de moldeo por compresión o termoconformado de piezas, así como la sustitución de sistemas de calentamiento por resistencias eléctricas en equipos de moldeo por inyección.

50 El material de la presente invención también puede utilizarse en sistemas de soldadura térmica insertando películas con susceptores de nanotubos de carbono en las superficies a soldar. Otras aplicaciones puede ser el desarrollo de materiales auto-reforzados, es decir, materiales poliméricos reforzados con fibras de la misma naturaleza química. Los susceptores situados en la matriz polimérica limitarían el calentamiento por

microondas en el polímero impidiendo la destrucción o el daño de la propia fibra de refuerzo.

5 Por último, es posible la fabricación de piezas y utensilios para cocinar con microondas: ollas, recipientes plásticos basados en susceptores para calentamiento rápido y localizado con asas o zonas de agarre no calientes libres de susceptores.

10 En resumen, los susceptores que utilizan carbono han mostrado la mejor eficiencia de calentamiento bajo radiación de microondas. En particular, los nanotubos de carbono mejoran la efectividad del proceso de calentamiento, en comparación con los materiales tradicionales con susceptores de carbono tales como negro de carbono o grafito.

El grado de dispersión de los susceptores tiene un efecto sobre el calentamiento por microondas y se puede mejorar mediante la selección y la optimización del procedimiento de preparación.

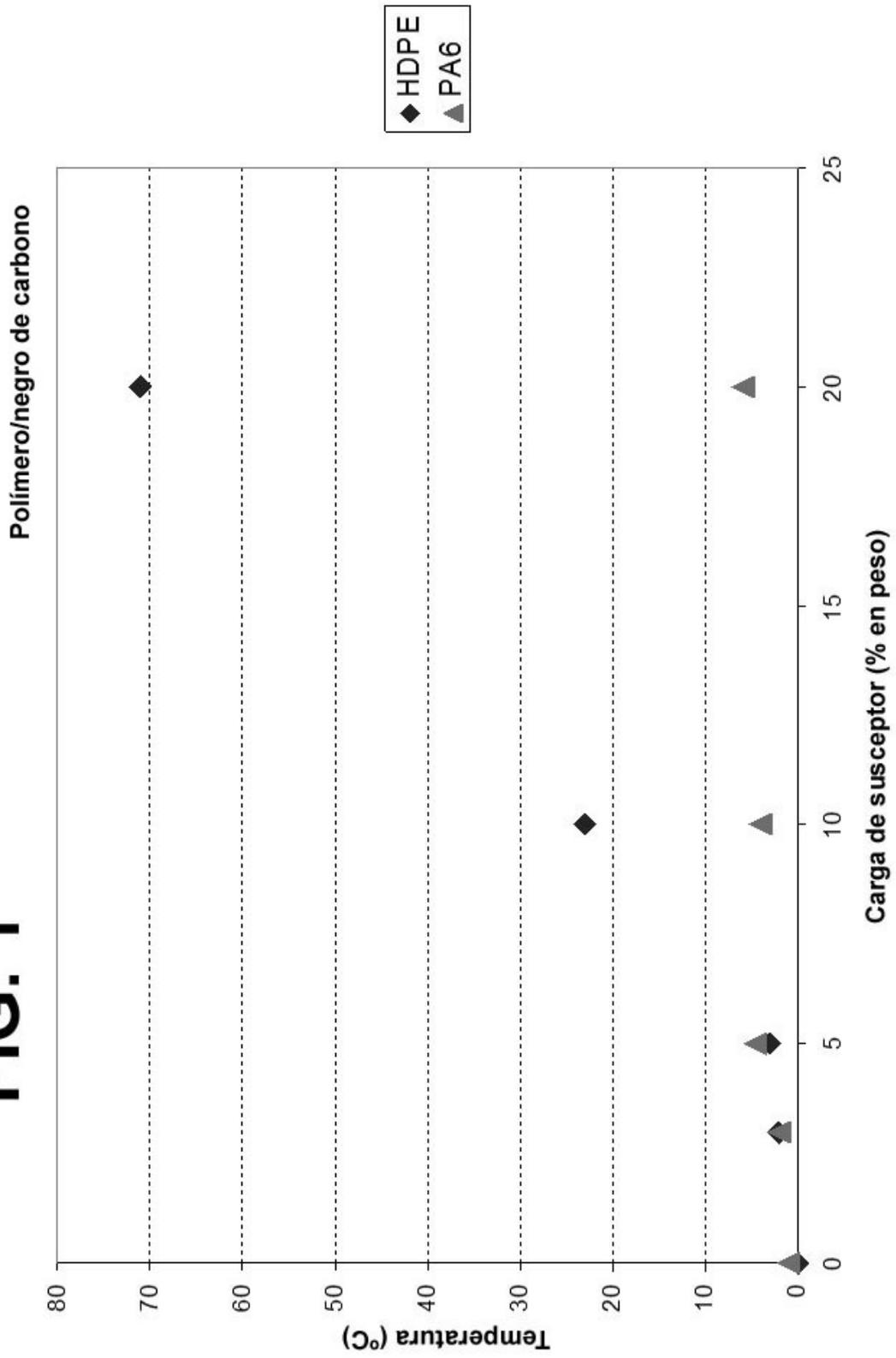
15 A pesar de que se ha hecho referencia a una realización concreta de la invención, es evidente para un experto en la materia que el material, el procedimiento y el uso descritos son susceptibles de numerosas variaciones y modificaciones, y que todos los detalles mencionados pueden ser sustituidos por otros técnicamente equivalentes, sin apartarse del ámbito de protección definido por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

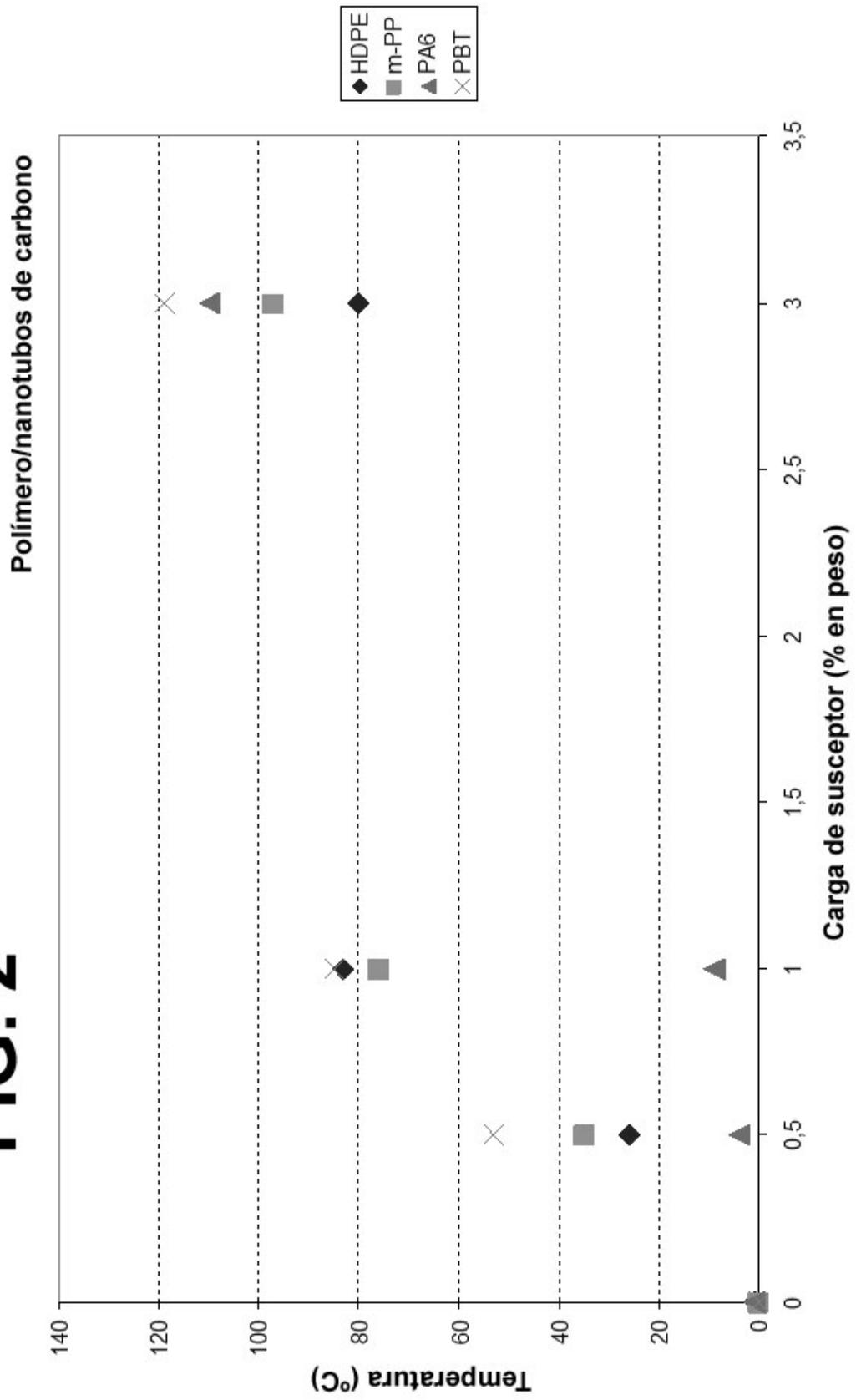
- 5 1. Material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas, que comprende una matriz polimérica y un susceptor, caracterizado porque dicho susceptor está formado por nanotubos de carbono en una concentración comprendida entre el 0,1% y el 10% en peso.
- 10 2. Material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas según la reivindicación 1, en el que dichos nanotubos de carbono son nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT) o nanotubos de carbono de pared única (SWCNT).
3. Material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas según la reivindicación 1, en el que se utilizan materiales termoplásticos, en particular, poliolefinas, poliésteres, poliamidas, o poliuretanos para dicha matriz de polímero.
- 15 4. Material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas según la reivindicación 2, en el que dichos nanotubos de carbono son nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT) oxidados o funcionalizados con aminas o polietilenglicol.
- 20 5. Material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas según la reivindicación 1, en el que dichos nanotubos de carbono están presentes en el material polimérico con una concentración entre 0.5 y 3% en peso.
- 25 6. Material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas según la reivindicación 3, en el que dichas poliolefinas son polietilenos o polipropilenos.
7. Material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas según la reivindicación 3, en el que dichos poliésteres son poli-etilentereftalato, poli-butilentereftalato, polimetacrilatos o policarbonatos.
- 30 8. Material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas según la reivindicación 3, en el que dichas poliamidas son PA6 o PA66.
- 35 9. Material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas según la reivindicación 3, en el que dichos poliuretanos son termoplásticos basados en poliéster o poliéter.
- 40 10. Procedimiento para la preparación de un material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se realiza mediante la dispersión de nanotubos de carbono en una matriz de polímero, comprendiendo la dispersión las siguientes etapas:
- 45 a) preparar un concentrado de termoplástico con una concentración de nanotubos de carbono entre el 5% y el 20% en peso; y
- b) diluir dicho concentrado de termoplástico a una concentración entre el 0,1% y el 10% en peso.
- 50 11. Procedimiento para la preparación de un material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas según la reivindicación 10, en el que dicha dispersión se realiza mediante una extrusora de doble husillo.
- 55 12. Procedimiento para la preparación de un material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas según la reivindicación 11, en el que dicha dispersión se realiza aplicando una velocidad entre 200 y 1200 revoluciones por minuto a dicho husillo.
13. Procedimiento para la preparación de un material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas según la reivindicación 10, en el que en dicha etapa a) la concentración de nanotubos de carbono es entre el 5 y 10% en peso.
- 60 14. Procedimiento para la preparación de un material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas según la reivindicación 10, en el que en dicha etapa b) dicho concentrado se diluye al 0.5-3% en peso.

15. Uso de un material polimérico para procesos de transformación mediante calentamiento con microondas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que las microondas se seleccionan entre monomodo, multimodo, de antena abierta, de frecuencia variable o de frecuencia fija.

**FIG. 1**



**FIG. 2**





OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201230989

②② Fecha de presentación de la solicitud: 26.06.2012

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2004222081 A1 (TOUR JAMES M et al.) 11.11.2004, párrafos [0022],[0023],[0051]; ejemplo 2.	1-15
X	WANG, H. et al. The formation of hollow poly(methylmethacrylate)/multiwalled carbon nanotube nanocomposite cylinders by microwave irradiation. Nanotechnology, 2009, Vol. 20, pp. 1-11. Resumen y Detalles Experimentales (apartados 2.2 y 2.4).	1-15
X	US 2012077398 A1 (GAILLARD PATRICE et al.) 29.03.2012, párrafos [0026]-[0029],[0032],[0070],[0072]-[0103].	1-15

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
17.09.2012

Examinador  
M. C. Bautista Sanz

Página  
1/4

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**C08K3/04** (2006.01)

**B29C35/08** (2006.01)

**B82Y30/00** (2011.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C08K, B29C, B82Y

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, HCAPLUS

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 17.09.2012

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 10-14	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-9, 15	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-15	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2004222081 A1 (TOUR JAMES M et al.)	11.11.2004
D02	WANG, H. et al. Nanotechnology, Vol. 20, pp. 1-11.	2009
D03	US 2012077398 A1 (GAILLARD PATRICE et al.)	29.03.2012

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El objeto de la invención es un material polimérico para procesos de transformación con microondas que comprende una matriz polimérica y nanotubos de carbono entre el 0,1 y el 10% en peso. También es objeto de la invención el procedimiento de preparación del material compuesto y su uso para procesos de transformación con microondas.

**NOVEDAD (Art. 6.1. LP)**

El documento D01 divulga un material compuesto de poliestireno y un 3% de nanotubos de carbono de pared sencilla que es procesado por microondas. Para la preparación del material se dispersan los nanotubos de carbono en poliestireno y posteriormente se extruyen para obtener preformas de las cuales una mitad se somete a la radiación de microondas (Ejemplo 2). Otros posibles polímeros a utilizar serían el copolímero acrilonitrilo-butadieno-estireno, polibutadieno, poliisopreno y policarbonatos (párrafo [0051]). Los nanotubos de carbono pueden ser químicamente funcionalizados o físicamente modificados (párrafos [0022], [0023]).

Por lo tanto, las reivindicaciones 1- 5, 7 y 15 carecen de novedad en vista a lo divulgado en D02.

El documento D02 divulga un material compuesto de polimetilmetacrilato y nanotubos de carbono de pared múltiple en porcentajes del 1,2 y 4% y su procesamiento por microondas. El procedimiento de preparación consiste en dispersar en un mortero el polvo de polímero blanco con el polvo de nanotubos de color negro hasta que se obtiene un color negro homogéneo que indica que los nanotubos se han dispersado. Este material así preparado se utiliza para fabricar composites con forma de cilindros huecos procesados con radiación de microondas (Resumen; Detalles experimentales: apartados 2.2 y 2.4).

En vista a lo divulgado en el documento D02, las reivindicaciones 1, 2, 3, 5, 7 y 15 carecen de novedad.

El documento D03 divulga un material compuesto de un termoplástico con nanotubos de carbono que es utilizado como recubrimiento de un sustrato fibroso y procesado mediante calentamiento con microondas. El termoplástico puede ser una poliamida del tipo poliamida 6 o 66 entre otras, poliolefinas, poliésteres (poliacrilatos), policarbonatos, poliuretanos. Los nanotubos de carbono pueden ser de pared múltiple o única y pueden haber sido oxidados. Su proporción es entre 0,3 y 15% preferiblemente.

Ver párrafos [0026]-[0029], [0032], [0070], [0072]-[0103].

En vista a lo divulgado en el documento D03, las reivindicaciones 1-9 y 15 carecen de novedad.

En consecuencia, la invención definida en las reivindicaciones 1-9 y 15 carece de novedad en vista a lo divulgado en los documentos D01 a D03 considerados de forma independiente.

**ACTIVIDAD INVENTIVA (Art. 8.1. LP)**

En relación a las reivindicaciones 10-14 de procedimiento de preparación del material compuesto polímero/nanotubos, si bien no se han encontrado divulgadas en el estado de la técnica y por lo tanto, se consideran nuevas, no así con actividad inventiva dado que es ampliamente conocido del estado de la técnica del procesamiento de materiales termoplásticos el tener como punto de partida un concentrado o "masterbatch" que posteriormente se diluye a la concentración adecuada para posteriormente ser extruido o conformado. También es habitual utilizar extrusoras como medio de homogenización de mezclas poliméricas.

Por lo tanto, las reivindicaciones 10 a 14 carecen de actividad inventiva.