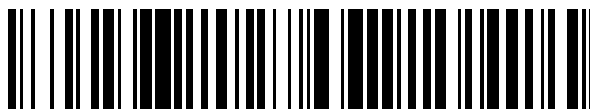


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 928**

51 Int. Cl.:

C08J 9/22 (2006.01)

E04C 2/288 (2006.01)

B29C 47/00 (2006.01)

B29C 44/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2012 E 12170784 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2016 EP 2671911**

54 Título: **Material en espuma con muy baja conductividad térmica y proceso para su producción**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.05.2017

73 Titular/es:

**ARMACELL ENTERPRISE GMBH & CO. KG
(100.0%)
Zeppelinstrasse 1
12529 Schönefeld OT Waltersdorf, DE**

72 Inventor/es:

**MELLER, MIKA;
LI, JIE y
DOLEGA, JUSTYNA**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 610 928 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 en espuma con muy baja conductividad térmica y proceso para su producción.

5

Esta invención se refiere a materiales basados en poliéster expandidos producidos con tereftalato de polietileno virgen o postconsumo caracterizados por una conductividad térmica muy baja ($< 0,032 \text{ W/mK}$). Los materiales expandidos se caracterizan además porque se producen por extrusión de una espuma reactiva, mejorando la viscosidad intrínseca (VI) durante el proceso de extrusión. La invención abarca la producción de estos materiales y el uso de productos hechos con los mismos.

Los polímeros de poliéster expandidos, es decir, espuma o esponja de poliéster, son de la mayor importancia para un gran número de aplicaciones, por ejemplo relacionadas con el aislamiento frente a gradientes de temperatura, protección acústica, amortiguación de vibraciones, construcción ligera, etc. El espumado de poliésteres y el uso de poliéster reciclado (postconsumo) son tecnologías bastante nuevas y sólo es posible encontrar un número limitado en el estado anterior de la técnica. El concepto "poliéster espumado" se utiliza en esta publicación para describir espumas donde el componente principal se basa en poliéster, normalmente tereftalato de polietileno (PET). Se puede mezclar con otros polímeros para mejorar características, pero la mayor parte ($> 60\%$) de la mezcla es PET. La información publicada más reciente sobre la conductividad térmica de espumas de poliéster se puede encontrar en diferentes fichas técnicas de fabricantes destacados de espuma de poliéster, como 3A composites ([http://www.corematerials.3acomposites.com/airex-92.html?&no_cache=1&tx_abdownloads_pi1\[action\]=getviewclickeddownload&tx_abdownloads_pi1\[uid\]=6](http://www.corematerials.3acomposites.com/airex-92.html?&no_cache=1&tx_abdownloads_pi1[action]=getviewclickeddownload&tx_abdownloads_pi1[uid]=6)), DIAB group (http://www.diabgroup.com/europe/literature/e_pdf_files/ds_pdf/P_DS_EU.pdf), y Armacell ([http://www.armacell.com/www/armacell/ACwwwAttach.nsf/ansFiles/ArmaFORM%20PET_TDS.pdf/\\$FILE/ArmaFOR M%20PET_TDS.pdf](http://www.armacell.com/www/armacell/ACwwwAttach.nsf/ansFiles/ArmaFORM%20PET_TDS.pdf/$FILE/ArmaFOR M%20PET_TDS.pdf)). A partir de estas fichas es evidente que los valores de conductividad térmica típicos se miden en el intervalo de $0,033$ a $0,043 \text{ W/mK}$.

El documento EP 0866089 describe que, para el espumado físico de poliéster, se requiere una resina con una viscosidad intrínseca (VI) considerablemente mayor

(VI > 1,2 ml/g) que la viscosidad intrínseca estándar, en especial cuando se buscan densidades más bajas. Para conseguir la presión necesaria para que se produzca el espumado y evitar el colapso celular se requiere una alta viscosidad y una alta resistencia de fusión. Tradicionalmente se utiliza una polimerización en
5 estado sólido para aumentar el peso molecular, y por tanto la viscosidad, al nivel requerido.

Las espumas de poliéster típicas, de modo similar a otras espumas termoplásticas como el polietileno, el polipropileno y el poliestireno, tienen una conductividad térmica del orden de 0,032-0,050 W/mK a temperatura ambiente.

10 La WO 2009/134425 A1 se refiere al campo del aislamiento térmico y describe un artículo que comprende un sistema material con una porosidad de al menos un 95%, consistiendo dicha porosidad en nanoporos que comprenden gas inerte incorporado y que tienen un tamaño de poro no superior a 1.500 nanómetros en su dimensión más corta. El material puede incluir un polímero, oligómero reactivo
15 y/o monómero, pudiendo comprender el oligómero reactivo un estireno etilénicamente insaturado, uretano y mezclas de los mismos.

La US 4 154 785 A se refiere a un tablero fuerte de espuma de resina termoplástica de baja densidad que presenta capas de revestimiento macizas y una capa intermedia con células grandes alargadas, pudiendo presentar la
20 dimensión media de las células en la dirección del espesor del tablero una relación entre 1,5 y 5 con respecto a la dimensión media de las células en la dirección longitudinal del tablero.

La US 3 492 249 A describe una espuma de óxido de (poli)p-fenileno que presenta células alargadas, siendo la longitud de las células al menos cinco veces
25 más grande que su mayor anchura.

Marcelo Antunes y col. en "Heat Transfer in Polypropylene-Based Foams Produced Using Different Foaming Processes", Advanced Engineering Materials, Vol: 11, Nº: 10, Página(s): 811 - 817, ISSN 1438-1656, describen espumas de PP con una densidad inferior a 150 kg/m³ y una relación dimensional de hasta 9,39.

30 **Breve descripción de las figuras**

Figura 1: Ilustración esquemática de las matrices de extrusión utilizadas en los ejemplos, siendo d₁ la distancia entre los orificios y d₂ su diámetro.

Figura 2: Definición de relación dimensional.

Figura 3: Micrografías de la estructura celular de espumas producidas en a) el ejemplo comparativo 3 y b) el ejemplo de la invención 1.

Figura 4: Presentación esquemática de dos tipos de espuma: espuma de PET usual y nueva espuma de PET de acuerdo con la invención.

5

La invención se describe con mayor detalle más abajo en referencia a ejemplos.

La invención que aquí se presenta describe un material de espuma termoplástica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, y un método para producir dicho material de espuma de acuerdo con la reivindicación 6, que tiene
10 una conductividad térmica mucho más baja, seleccionando un útil de extrusión (matriz con múltiples orificios) de modo que el material de espuma debe ser estirado de forma significativa, produciendo una fuerte orientación celular con una relación dimensional superior a 1,5, idealmente superior a 2,0. La presente invención también describe un artículo de espuma obtenido a partir del material
15 de espuma de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5. Para que el material de espuma pueda resistir dicho movimiento de estirado, también es necesario aumentar la resistencia de fusión mediante una extensión de cadena vía una extrusión reactiva.

Dado que las resinas de alta viscosidad, tal como se describen en el documento
20 EP 0866089, no se pueden conseguir con facilidad, recientes avances tecnológicos se han centrado en la extrusión reactiva. Durante la extrusión posterior de espuma es necesario añadir aditivos de extensión de cadena para aumentar la viscosidad intrínseca a un nivel por encima de 1,2 ml/g. Por ejemplo, los documentos EP2163577A1, EP2343330B1, EP2009043B2, EP2048188A1,
25 WO2009149845A1, US4145466A y US5000991 describen detalladamente estas tecnologías. Para esta invención se ha utilizado una mezcla madre (MM) de aditivos reactivos que aumenta la viscosidad por extensión de cadena y ramificación de cadenas laterales durante la extrusión (descrita como concentrado de extensión de cadena en el documento EP2343330B1). La química de esta
30 mezcla madre se basa en la combinación de agentes extensores de cadena multifuncionales para una extensión de cadenas lineales y laterales, combinados con diversos antioxidantes y estabilizadores de proceso incorporados en un polímero de matriz cuidadosamente seleccionado adecuado para la extrusión de PET. También es posible añadir otros aditivos, por ejemplo agentes de
35 nucleación, materiales de carga, retardantes de la llama, etc., para ajustar las

propiedades de la espuma. Estos aditivos no se han enumerado en detalle porque se considera que son conocidos por los especialistas. No obstante, también se han evaluado aditivos menos conocidos que normalmente no se utilizan en la extrusión de espuma de poliéster, y éstos se podrían seleccionar entre partículas reflectantes, como escamas de aluminio, polvo de grafito o nanopartículas metálicas.

En la invención se utiliza una extrusora de husillo doble. En todos los ensayos abajo descritos se empleó una extrusora de husillo doble modificada de Berstorff®. La extrusora estaba equipada con husillos especiales para el espumado de PET, con una relación de compresión superior a 2,0 y L/D mayor de 28. Además, se requerían elementos inversos para evitar escapes de gas hacia atrás desde el área de inyección. Detrás de la zona de fusión se inyectó un agente soplante físico o una mezcla de agentes soplantes físicos y, en consecuencia, la masa en fusión se mezcló mediante elementos de husillo y mezcladora estática. Los agentes soplantes se seleccionan normalmente entre el grupo consistente en hidrocarburos, fluorocarbonos, dióxido de carbono, argón, nitrógeno o una mezcla de los mismos. Además, también es posible añadir un agente soplante químico para mejorar la eficiencia de dichos agentes soplantes, o para mejorar la estructura celular. En cada ejemplo, el nivel de agente(s) soplante(s) se ajustó para obtener la densidad deseada. La mezcla resultante de agente soplante y polímero se enfrió durante la extrusión hasta cerca del punto de cristalización y al mismo tiempo se mantuvo una presión suficiente controlando la viscosidad de la resina y la temperatura de la mezcla.

La mezcla madre (MM) de aditivos reactivos se utilizó en diferentes niveles para ajustar la viscosidad y presión a un nivel suficiente (normalmente como mínimo 60 bar medidos en el cabezal de extrusión). A medida que la mezcla fundida cargada de gas salía de la extrusora, la rápida caída de presión provocaba un espumado rápido del polímero, controlándose el tamaño de las células mediante el nivel de agente de nucleación especial. El agente de nucleación puede ser un material inorgánico (en este caso una mezcla madre que contenía talco, material orgánico o material gaseoso). Además, en aquellas aplicaciones donde se requiere una característica ignífuga se puede utilizar un aditivo retardante de la llama, como fosfato, halógeno, borato, melamina, estannato o un componente similar. Después, la espuma se enfrió y analizó posteriormente en el laboratorio. Todas las materias primas se secaron hasta un contenido en humedad inferior a 100

ppm antes de introducirlas en la extrusora (la resina preferentemente por debajo de 50 ppm).

En esta invención se han utilizado materiales basados en poliéster, preferentemente tereftalato de polietileno virgen y postconsumo, con una VI inicial
5 de 0,56 a 0,82, aumentándose la VI del polímero en un solo paso hasta un nivel satisfactorio por extrusión de espuma reactiva e introduciéndose en la mezcla al mismo tiempo un agente soplante físico. Cuando la mezcla sale de la extrusora, la VI ha llegado a un nivel superior a 1,2 ml/g y, en consecuencia, mediante una caída de presión repentina, el agente soplante físico se expande rápidamente y se
10 produce el espumado. El material virgen se define como una materia prima procedente de un productor de PET, que puede ser suministrada en forma de polvo o gránulos (bolitas). El material postconsumo normalmente está disponible en forma de escamas o gránulos y puede contener cualquier tipo de productos hechos de PET, como botellas, material de envases alimentarios o blísteres, que
15 han sido recogidos, triturados y lavados por empresas de reciclaje especiales.

La forma final del producto de extrusión (tablero) se define mediante un útil de extrusión (matriz) y en esta invención se utiliza una matriz con múltiples orificios (US3413387). El diámetro de los numerosos orificios se estima a partir del factor de expansión natural y, normalmente, cuanto menor es la densidad, más
20 pequeños deben ser los orificios o mayor debe ser la distancia entre los orificios (representada como d_1 y d_2 en la Figura 1). Detrás de la matriz normalmente se utiliza un calibrador (denominado conformador en el documento WO2005035217), que ayuda a que la espuma mantenga su forma durante la solidificación y enfriamiento. La expansión tridimensional natural se puede promover abriendo el
25 calibrador y haciendo funcionar el mecanismo de arrastre a la menor velocidad posible. Esto se llevó a cabo en uno de los ejemplos.

De forma inesperada se comprobó que, utilizando los componentes de extrusión reactiva correctos, la espuma de menor densidad se puede extrudir utilizando una opción incorrecta del útil de extrusión, es decir, con un útil realizado para un
30 producto más denso, con una densidad de 150 kg/m³. Si la mezcla se define correctamente, la espuma resistirá la mayor fuerza de tracción sin romperse. Esta acción produce un cuerpo de espuma con una estructura celular muy alargada. Esta estructura de células alargadas conduce a unas propiedades todavía más anisótropas y, en consecuencia, también a una conductividad térmica muy baja.

La Figura 2 representa la definición de relación dimensional, que es la longitud de la célula (véase "a" en la Figura 2) dividida entre la altura de la célula (véase "b" en la Figura 2). En las células circulares, el valor es igual a uno (1). El efecto de la relación dimensional en las espumas de poliestireno extrudido (PE) ha sido estudiado (Nagata, S. y Koyama, K., "A New Method for Estimating the Cellular Structure of Plastic Foams Based on Dielectric Anisotropy", Pol. Eng. Sci. Vol. 39, N° 5 (1999), pp. 896-903), y la relación dimensional máxima alcanzada en dicho estudio fue de 1,422, similar a los valores máximos medidos en las espumas de PET usuales. La mayor parte de los valores oscilaban entre 0,8 y 1,1.

En los ejemplos se utilizaron tres configuraciones de matriz diferentes. Éstas se muestran en la Tabla 1. El útil de mayor diámetro estaba diseñado para productos de mayor densidad, como 150 kg/m^3 , mientras que el útil de menor diámetro estaba diseñado para productos de baja densidad, siendo utilizado normalmente para densidades de 80, 60 y 40 kg/m^3 .

Tabla 1. Detalles de las matrices de extrusión utilizadas en los ejemplos

	Matriz nº 1	Matriz nº 2	Matriz nº 3
Distancia entre los orificios, d_1 (mm)	6,0	6,0	5,8
Diámetro de los orificios, d_2 (mm)	1,7	1,4	1,1

Ejemplo comparativo 1:

Una resina de PET Ramapet 9921® de Indorama se introdujo en una extrusora junto con un 2,5% de agente de nucleación comercial que contenía talco y con un 0,4% de mezcla madre (MM) de aditivos reactivos. El caudal se mantuvo constante en 400 kg/h y el agente soplante se ajustó de modo que el producto final espumado tuviera una densidad de 150 kg/m^3 . La matriz utilizada en este ejemplo fue la nº 1. El calibrador se mantuvo cerrado y se forzó la expansión de la espuma. Se obtuvo una espuma con células de un tamaño pequeño y uniforme, teniendo las células una relación dimensional media de 1,3. No se observaron huecos ni otras faltas de homogeneidad.

Ejemplo comparativo 2:

Una resina de PET Ramapet 9921® de Indorama se introdujo en una extrusora junto con un 2,5% de agente de nucleación comercial y con un 0,4% de mezcla madre (MM) de aditivos reactivos. El caudal se mantuvo constante en 400 kg/h y el agente soplante se ajustó de modo que el producto final espumado tuviera una

densidad de 115 kg/m^3 . La matriz utilizada en este ejemplo fue la nº 2. El calibrador se mantuvo cerrado y se forzó la expansión de espuma. La espuma tenía un aspecto muy similar al del ejemplo comparativo 1, pero tenía una estructura celular ligeramente más grande y células más redondas (menor relación dimensional).

Ejemplo comparativo 3:

Una resina de PET Ramapet 9921® de Indorama se introdujo en una extrusora junto con un 2,5% de agente de nucleación comercial y con un 0,42% de mezcla madre (MM) de aditivos reactivos. El caudal se mantuvo constante en 400 kg/h y el agente soplante se ajustó de modo que el producto final espumado tuviera una densidad de 80 kg/m^3 . La matriz utilizada en este ejemplo fue la nº 3. El calibrador se mantuvo cerrado y se forzó la expansión de la espuma. Se obtuvo una espuma homogénea con una estructura celular uniforme. La Figura 3a muestra la estructura celular.

Ejemplo de la invención 1:

Una resina de PET Ramapet 9921® de Indorama se introdujo en una extrusora junto con un 2,5% de agente de nucleación comercial y con un 0,42% de mezcla madre (MM) de aditivos reactivos. El caudal se mantuvo constante en 400 kg/h y el agente soplante se ajustó de modo que el producto final espumado tuviera una densidad de 80 kg/m^3 . La matriz nº 3 se cambió ahora por la nº 1. El calibrador se mantuvo cerrado y se forzó la expansión de la espuma. Debido a la sobreexpansión fue necesario arrastrar la espuma a una velocidad mucho más alta que en el ejemplo comparativo 3. No obstante se obtuvo una espuma homogénea y estable, con una estructura celular claramente alargada (véase la Figura 3). La relación dimensional aumenta de una media de 1,4 a más de 2,2, lo que indica una orientación significativa de las células.

Ejemplo comparativo 4:

Una resina de PET Ramapet 9921® de Indorama se introdujo en una extrusora junto con un 2,5% de agente de nucleación comercial y con un 4,0% de aditivo de extensión de cadena comercial Viscosity booster Kane Ace MP-40 de Kaneka®. El caudal se mantuvo constante en 400 kg/h y el agente soplante se ajustó de modo que el producto final espumado tuviera una densidad de 80 kg/m^3 . La matriz utilizada en este ejemplo fue la nº 1 (de modo similar al ejemplo de la invención 1). El calibrador se mantuvo cerrado y se forzó la expansión de la espuma. La

espuma se rompió dentro del calibrador y no se pudo obtener ninguna espuma para realizar otras pruebas.

Ejemplo comparativo 5:

Una resina de PET de Indorama se introdujo en una extrusora junto con un 2,5% de agente de nucleación comercial y con un 4,0% de aditivo de extensión de cadena comercial Viscosity booster Kane Ace MP-40 de Kaneka®. El caudal se mantuvo constante en 400 kg/h y el agente soplante se ajustó de modo que el producto final espumado tuviera una densidad de 80 kg/m³. La matriz utilizada en este ejemplo fue la nº 1. El calibrador se dejó abierto y se permitió que la espuma se expandiera libremente. Se obtuvo una espuma con una presión de extrusión relativamente pequeña y la estructura celular era gruesa y heterogénea.

Ejemplo de la invención 2:

Una resina postconsumo de PET granulado a partir de PTP (PTP-M verde) se introdujo en una extrusora junto con un 1,25% de mezcla madre que contenía plaquitas de aluminio (Granula MB Silber 8202 con una concentración de aluminio de un 40%) y con un 0,52% de mezcla madre (MM) de aditivos reactivos. También se añadió a la mezcla un 7,5% de un retardante de la llama, Exolit 950®. El caudal se mantuvo constante en 400 kg/h y el agente soplante se ajustó de modo que el producto final espumado tuviera una densidad de 115 kg/m³. La matriz utilizada en este ejemplo fue la nº 1. El calibrador se mantuvo cerrado y se forzó la expansión de la espuma. La espuma tenía un aspecto muy similar a la del ejemplo de la invención 1, pero tenía más huecos visibles, lo que indicaba un mayor nivel de células abiertas.

La Tabla 2 muestra las condiciones de extrusión de los diferentes ejemplos arriba citados. La mayor velocidad de línea se debe a la expansión limitada, que debía ser controlada mediante un arrastre excesivo. En el caso del ejemplo comparativo 4, la viscosidad del material no se mejoró suficientemente y la espuma se rompió con el arrastre. Por ello no se pudo indicar ninguna condición de extrusión. La densidad se midió de acuerdo con ISO 845.

Tabla 2. Condiciones de extrusión para diferentes ejemplos

	EC1	EC2	EC3	EI1	EC5	EI2
Altura (mm)	64,1	65,2	66,7	62,3	59,0*	61,7
Anchura (mm)	1031	1031	1032	1026	990*	1024

Velocidad de línea (m/min)	1,28	1,32	1,35	1,5	1,21	1,5
Densidad (kg/m ³)	148,8	115,6	80,2	79,8	88,6*	78,9

**Valor medio: tablero inestable*

Todas las muestras obtenidas de los diferentes ejemplos se analizaron en cuanto a las propiedades mecánicas (de acuerdo con ISO 844 para las propiedades de compresión e ISO 1922 para las propiedades de cizalladura), absorción de agua (ASTM C272), transmisión de vapor de agua TVA (DIN 52615), relación dimensional media de células por microscopía (medición de altura y longitud), y conductividad térmica (de acuerdo con ISO 12677). La Tabla 3 muestra los resultados.

Tabla 3. Resultados de ensayo de diferentes ejemplos (- no medido)

	EC1	EC2	EC3	EI1	EC5	EI2
Resistencia a la compresión (MPa)	2,35	2,07	0,92	1,01	-	0,99
Módulo de compresión (MPa)	58,8	58,4	28,5	32,1	-	30,4
Resistencia a la cizalladura (MPa)	1,38	0,96	0,51	0,51	-	0,49
Módulo de cizalladura (MPa)	32	24	12	14	-	12
Alargam. cizall. en rotura (%)	14	23	47	42	-	28
Relac. dimens. media células	1,3	1,2	1,4	2,2	-	1,9
Absorción de agua (%)	2,8	2,7	3,2	28,8	19,2	45,3
Lambda a 40°C (WmK)	0,037	0,035	0,034	0,025	0,037	0,024
TVA	2210	2100	1945	1560	-	1050
Prueba SBI (EN13501-1)	-	-	Es2d0	Es2d0	-	Ds2d0

10

Los resultados indican claramente que la capacidad de los materiales para resistir el arrastre posibilita una estructura celular alargada de forma significativa, lo que por otra parte mejora la conductividad térmica. Además, una pequeña adición de partículas reflectantes, como partículas de aluminio, mejora todavía más la conductividad térmica. Se reconoce que el mayor recuento de células abiertas también puede ayudar a mejorar la conductividad térmica, pero esto no sería posible sin el arrastre y la elección correcta del útil de extrusión. Los dos tipos de espuma producidos en este estudio, una espuma de PET estándar y una espuma

15

de PET altamente aislante (relación dimensional alta) están representados esquemáticamente en la Figura 4.

REIVINDICACIONES

1. Material de espuma termoplástica, siendo el material de espuma un material basado en poliéster y consistiendo el poliéster en tereftalato de polietileno virgen o postconsumo o una mezcla de ambos, donde el material de espuma está caracterizado por células alargadas que presentan una relación dimensional superior a 1,5 y por una densidad de acuerdo con ISO 845 inferior a 150 kg/m^3 , preferentemente inferior a 80 kg/m^3 , y por una conductividad térmica inferior a $0,032 \text{ W/mK}$ medida de acuerdo con ISO 12677, y que se puede obtener mediante el método de la reivindicación 6.
2. Material de espuma según la reivindicación 1, caracterizado porque presenta combinaciones poliméricas adicionales en una cantidad no superior al 40% en peso, seleccionándose las combinaciones poliméricas adicionales de entre el grupo consistente en tereftalatos de polietileno, ácido poliláctico, policarbonato, poliolefinas, poliácridatos, poliamidas, elastómeros termoplásticos, polímeros núcleo-entorno, polímeros de cristal líquido (LCP) o mezclas de los mismos.
3. Material de espuma según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende aditivos inorgánicos reflectores, como partículas basadas en aluminio, plata, grafeno, nanotubos de carbono, arcilla, mica o grafito.
4. Material de espuma según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende aditivos retardantes de la llama.
5. Material de espuma según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque está laminado con hojas y/o capas poliméricas, donde los polímeros contienen fibras de vidrio o de carbono y/o aluminio.
6. Proceso de fabricación para producir el material de espuma según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 mediante extrusión de espuma reactiva a través de una matriz con múltiples orificios que se selecciona de modo que el material de espuma tenga que ser estirado de forma significativa, produciendo una fuerte orientación celular con una relación dimensional superior a 1,5, y donde la viscosidad intrínseca del polímero aumenta a $1,2 \text{ ml/g}$ o más durante la extrusión reactiva por la adición de aditivos de extensión de cadena y estando la extrusora equipada con

husillos que tienen una relación de compresión superior a 2,0 y una L/D superior a 28, y estando diseñado el útil de extrusión para un producto más denso, con una densidad de 150 kg/m³.

- 5 **7.** Artículo de espuma obtenido a partir del material de espuma según una de las reivindicaciones 1 a 5.

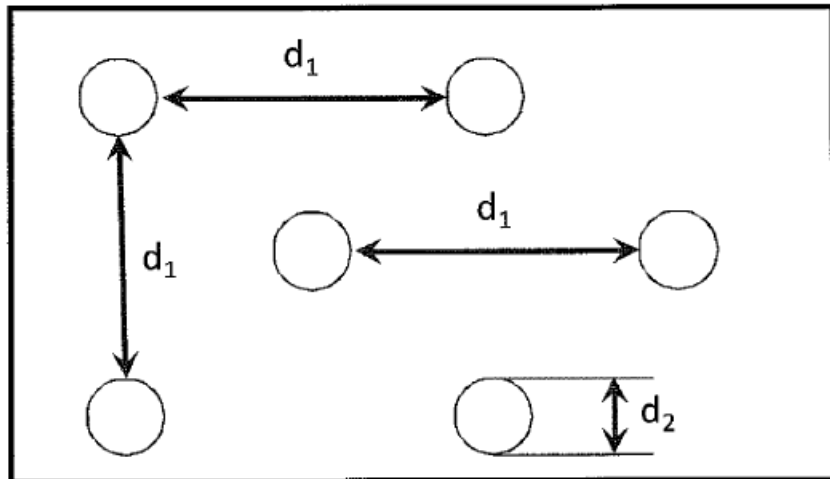


Figura 1

Relación dimensional = a/b

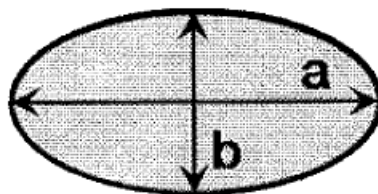
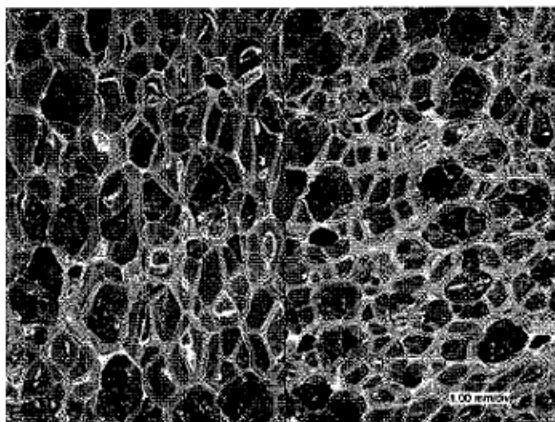
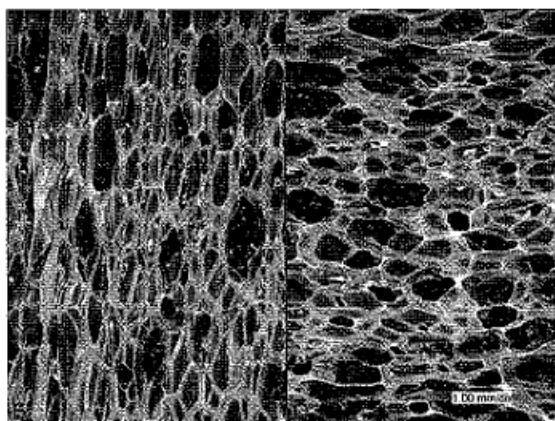


Figura 2



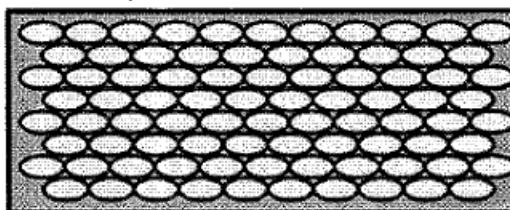
a)



b)

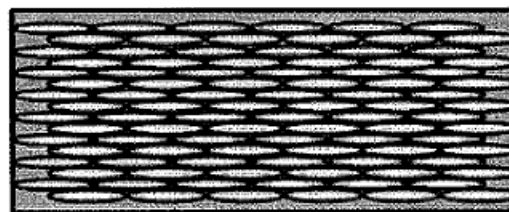
Figura 3

Espuma de PET estándar



a)

Espuma PET con alta relación dimensional



b)

Figura 4