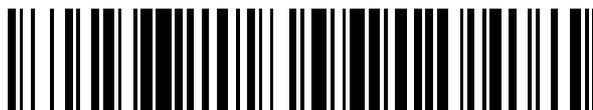


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 841**

51 Int. Cl.:

<b>C08J 9/00</b>	(2006.01)
<b>B29C 44/08</b>	(2006.01)
<b>C08J 9/06</b>	(2006.01)
<b>C08L 23/14</b>	(2006.01)
<b>C08K 3/34</b>	(2006.01)
<b>C08K 7/02</b>	(2006.01)
<b>B29C 45/00</b>	(2006.01)
<b>B29C 44/02</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.07.2012 PCT/FR2012/051679**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.02.2013 WO13017769**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2012 E 12748739 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018 EP 2736966**

54 Título: **Formulación expandible a base de resina de polipropileno**

30 Prioridad:

**29.07.2011 FR 1156985**

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

**08.05.2018**

73 Titular/es:

**NOVARES FRANCE (100.0%)  
361 Avenue du Général de Gaulle  
92140 Clamart, FR**

72 Inventor/es:

**NABETH, BRUNO;  
SAMSON, NATHALIE;  
CREDOZ, OLIVIER y  
GERMAIN, ELSA**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

ES 2 666 841 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

Formulación expandible a base de resina de polipropileno.

- 5 La presente invención tiene por objeto una formulación a base de resina de polipropileno, una pieza plástica expandida fabricada a partir de esta formulación, que encuentra aplicación en particular en el sector automovilístico, y un procedimiento de inyección y de espumación de la formulación que permite la fabricación de la pieza plástica expandida.
- 10 Las piezas plásticas destinadas en particular a aplicaciones en el sector automovilístico se producen generalmente mediante un procedimiento de inyección de resina a base de polipropileno que comprende unas cargas inorgánicas, tales como talco o fibra de vidrio. Estas cargas inorgánicas tienen por efecto mejorar las propiedades mecánicas, tales como la rigidez y la resistencia a los choques de las piezas obtenidas.
- 15 Pero la presencia de estas cargas, tales como el talco en particular, generalmente no permite obtener una pieza plástica que tenga un bonito aspecto de superficie debido, por ejemplo, a la subida del talco hacia la superficie durante las operaciones de inyección y de espumación. Para remediar este inconveniente, puede ser necesario aplicar una contrapresión de aire cuando tiene lugar el llenado del molde de inyección, lo cual implica la utilización de un molde con una estanqueidad perfecta.
- 20 Por otro lado, la presencia de estas cargas minerales convencionales generalmente no permite resolver un importante problema actual de la industria automovilística que se refiere al aligeramiento de los vehículos, ya que aumentan la densidad de los materiales (la densidad de un polipropileno pasa de 0,9 a 1,05 con la adición del 20% de talco con una densidad de 2,7).
- 25 Un objetivo de la invención es por lo tanto proporcionar una formulación a base de resina de polipropileno con el fin de fabricar unas piezas plásticas expandidas ligeras, que presenten unas propiedades mecánicas adaptadas a una utilización en el campo automovilístico, un bonito aspecto de superficie así como una buena resistencia al rayado.
- 30 Con este fin, la presente invención propone una formulación a base de resina de polipropileno que comprende los siguientes elementos:
- 35 - entre 50 y 90 partes en peso de un copolímero de propileno y de etileno;
  - entre 9 y 20 partes en peso de una mezcla de cargas minerales que contiene del 40 al 80% de talco y del 20 al 60% de cargas del grupo que comprende microesferas, fibras y microtalcos,
  - 40 - entre 0,1 y 10 partes en peso de un agente de hinchado, seleccionándose las partes en peso de los diversos elementos de la formulación de tal manera que la suma es de 100 partes en peso;
- presentando la formulación un índice de fluidez en masa MFR comprendido entre 50 g/10 min y 200 g/10 min y una densidad antes de la expansión del agente de hinchado de entre 0,95 g/cm<sup>3</sup> y 1 g/cm<sup>3</sup>.
- 45 Se debe observar que el peso de la totalidad de los elementos que componen la formulación es de 100 partes en peso.
- 50 Por "Microtalco" se entiende un talco de dimensión submicrónica de 1,8 micrones frente a 3,5 micrones para el talco, y una superficie específica de 17 m<sup>2</sup>/g frente a 6,2 m<sup>2</sup>/g para el talco. La superficie específica aumentada del microtalco en comparación con el talco confiere un efecto de refuerzo más fuerte para una misma tasa de carga; esto contribuye a un compromiso de choque/rigidez muy favorable. La incorporación del microtalco permite un aumento de la tensión en el umbral de tracción en función del porcentaje de carga, por oposición al talco. Mejora la isotropía de la contracción después del moldeo por inyección.
- 55 La utilización de 9 a 20 partes en peso de una mezcla de cargas minerales que comprenden del 20 al 60% de microesferas, fibras o microtalcos permite obtener una formulación de baja densidad, de manera que se puedan fabricar unas piezas expandidas ligeras, conservando al mismo tiempo las propiedades mecánicas esperadas en el sector automovilístico.
- 60 El índice de fluidez en masa MFR (acrónimo inglés de Melt Flow Rate) elevado favorece una expansión regular de la formulación para constituir una zona espumada en el núcleo de la pieza que comprende unas porosidades de tamaños homogéneos repartidas uniformemente. Además, esta fluidez contribuye a facilitar la inyección en un molde de manera que la materia así formulada se adapte perfectamente a la forma de las paredes del molde y conduzca a una pieza plástica que presenta un bonito estado de superficie, sin defecto visible a simple vista.
- 65 La presencia de cargas minerales tales como unas cargas esféricas, fibrosas o microtalcos contribuye también a

- la obtención de un bonito estado de superficie de la pieza plástica. Esto permite simplificar el proceso de fabricación en comparación con un procedimiento convencional que utiliza una formulación cuyas cargas minerales comprenden únicamente talco. En efecto, gracias a la formulación de la invención, no es necesario aplicar una contrapresión de aire durante la inyección para obtener un bonito estado de superficie y por lo tanto el molde utilizado puede ser menos costoso ya que es menos estanco.
- Entre los documentos de la técnica anterior, el documento US 2010/298456 describe una composición expandible que comprende del 40 al 94% en peso de resina de propileno, del 5 al 30% de un copolímero de etileno-alfa olefina y del 1 al 30% de una carga mineral, preferentemente fibrosa.
- La patente US nº 5.266.619 describe la fabricación de un parachoques a partir de una composición que comprende del 51 al 60% en peso de un polipropileno, del 20 al 30% de un copolímero etileno propileno y del 15 al 25% de talco.
- Según un modo particular de realización de la invención, el copolímero de polipropileno está constituido por un copolímero de propileno y de etileno de manera que se genere un polímero de baja masa molecular que permita alcanzar una formulación de baja viscosidad.
- Ventajosamente, la mezcla de cargas minerales comprende del 40 al 80% de talco y del 20 al 60% de cargas fibrosas que comprenden unas fibras sintéticas a base de magnesio que mejoran las propiedades mecánicas así como la resistencia al rayado de una pieza moldeada a partir de esta formulación. Además, el aumento de peso entre una formulación que comprende 20 partes en peso de esta mezcla de carga y una formulación similar que comprende 20 partes en peso de talco es de aproximadamente un 7%.
- Según un modo de realización particular, las fibras presentan un diámetro inferior a 1 micrómetro y una longitud inferior a 100 micrómetros y preferentemente una longitud inferior a 50 micrómetros, lo cual contribuye también a mejorar el estado de superficie de las piezas.
- Según una variante de realización, la formulación comprende entre 0 y 10 partes en peso de aditivo anti-UV y de manera que la suma de las partes en peso de los diferentes elementos de la formulación sea de 100 partes en peso, de manera que se proteja el material moldeado de los rayos UV muy energéticos que podrían degradarlo.
- Según un segundo aspecto, la invención se refiere a una pieza plástica expandida, destinada en particular a los vehículos, constituida por un material que comprende una formulación a base de resina de polipropileno descrita anteriormente de manera que la pieza sea ligera y presente un bonito estado de superficie.
- Según un modo de realización particular de la invención, el material presenta una tasa de expansión comprendida entre el 30 y el 50% en una primera zona central que se extiende según la dimensión más importante de la pieza, estando dicha primera zona insertada entre una segunda y una tercera zona de la superficie provistas de un material no expandido. Esta tasa de expansión en una zona situada dentro de la pieza moldeada permite aligerar la pieza conservando al mismo tiempo las propiedades mecánicas deseadas y limitando los riesgos de deslaminado dentro de la zona central.
- Gracias a la utilización de la formulación descrita anteriormente, la segunda y la tercera zona de superficie o "capas de piel" presentan una cara exterior que comprende un bonito estado de superficie, sin defecto visual.
- Preferentemente, la pieza plástica expandida presenta una resistencia al rayado con una variación de luminancia  $\Delta L$  comprendida entre 1,4 y 1,5 medida por cuadrículado con una fuerza aplicada sobre la punta de 10N, una velocidad de desplazamiento de la punta de  $4,0 \text{ cm/s} \pm 0,1 \text{ cm/s}$ , comprendiendo el cuadrículado 8 incisiones en cada dirección con un espaciado de 2 mm entre cada una de ellas, de manera que se evite la formación de arañazos en la superficie de la pieza y su deterioro, en particular cuando se utiliza en el interior o exterior de un vehículo. La pieza conserva así un bonito aspecto de superficie toda su vida útil.
- Según una posibilidad, la pieza plástica expandida presenta un grosor total  $E_f$  y la segunda y la tercera zona de superficie presentan cada una un mismo grosor comprendido entre  $(E_f/7,2)$  y  $(E_f/3,75)$ . Esto permite equilibrar los grosores de la primera zona espumada y de la segunda y tercera zona no espumadas, de manera que la pieza presente una buena resistencia a la ruptura así como un plano de simetría paralelo al plano de la mayor dimensión de la primera zona central. Así, las propiedades mecánicas son homogéneas a uno y otro lado del plano de simetría de la pieza. Es la fluidez elevada lo que permite el espumado, siendo el espumado tanto más eficaz cuanto más elevada es la fluidez.
- El grosor  $E_f$  de la pieza plástica mide típicamente entre 2,5 y 3,2 mm.
- Según un modo particular de realización de la invención, la pieza constituye un elemento interior de vehículo automóvil tal como una pieza de revestimiento de maletero y en particular un relleno lateral de maletero, un relleno de portón o un receptáculo trasero (o parte lateral vertical trasera de una carrocería automóvil que sirve

de soporte para la cubierta del automóvil).

Según otro modo particular de realización de la invención, la pieza constituye un elemento exterior de vehículo automóvil tal como una pieza de protección de la parte baja de la puerta.

5

Preferentemente, la pieza plástica expandida presenta un módulo de Young comprendido entre 1600 y 2100 MPa y una resistencia al choque de Charpy medida por incisión según la norma ISO 179/1 eA y comprendida entre  $15 \text{ kJ/m}^2$  y  $20 \text{ kJ/m}^2$  a  $23^\circ\text{C}$  y comprendida entre  $2 \text{ kJ/m}^2$  y  $4 \text{ kJ/m}^2$  a  $-20^\circ\text{C}$ . De esta manera, la pieza presenta una rigidez y una resistencia al choque similares a una pieza obtenida a partir de una formulación clásica cuyas cargas minerales ajustadas a 20 partes en peso de la formulación comprenden únicamente talco.

10

Según un tercer aspecto, la invención se refiere a un procedimiento de inyección y de espumado, caracterizado por que comprende las etapas siguientes que consisten en:

15

- prever un molde de inyección que comprende una parte fija y una parte móvil,
- posicionar la parte fija y la parte móvil la una con respecto a la otra de manera que formen una primera separación  $E_i$ ,
- inyectar la formulación a base de resina de polipropileno descrita anteriormente de manera que se rellene la totalidad del espacio delimitado por la parte fija y la parte móvil,
- desplazar la parte fija y la parte móvil la una con respecto a la otra de manera que se forme una segunda separación  $E_f$  superior a la primera separación  $E_i$ , de manera que el agente de hinchado genere la expansión de la formulación por formación de inclusiones de burbujas de gas hasta llenar la totalidad del espacio delimitado por la parte fija y la parte móvil.

20

25

30

Así, la formulación de la invención permite utilizar un procedimiento de inyección espumado simplificado en comparación con un procedimiento convencional que emplea una formulación que comprende unas cargas minerales únicamente constituidas por talco. En efecto, no es necesario aplicar una contrapresión de aire en el molde al mismo tiempo que se realiza la inyección para obtener un bonito estado de superficie. Estas inclusiones de burbujas de gas se estiran en la apertura del molde para una capa que asegura la transferencia de carga entre las dos pieles de aspecto más rígidas y más resistentes al rayado. La estructura tricapa así obtenida evoca una estructura ósea.

35

40

En un modo de realización particular, la relación  $E_f/E_i$  está comprendida entre 1,25 y 2,4 de manera que la expansión se realiza hasta una tasa de expansión comprendida entre el 30 y el 50% en una primera zona central que se extiende según la dimensión más importante del espacio delimitado por la parte fija y la parte móvil, siendo la primera zona central insertada entre una segunda zona y una tercera zona de superficie de material no expandido. La tasa de expansión de la primera zona central está destinada a aligerar la pieza formada conservando al mismo tiempo las propiedades mecánicas deseadas y limitando los riesgos de deslaminado dentro de la primera zona.

45

Se describen ahora, a título de ejemplos no limitativos, varios modos de realización posibles de la invención, en referencia a las figuras adjuntas. En la continuación de la descripción, en aras de la simplificación, los elementos comunes a las diferentes formas de realización llevan las mismas referencias numéricas.

50

La figura 1 ilustra una pieza plástica expandida a partir de una formulación a base de resina de polipropileno según un modo de realización de la invención.

55

La figura 2 ilustra un molde de inyección que presenta un espacio delimitado por la parte fija y la parte móvil que forman una primera separación  $E_i$ , según un modo de realización de la invención.

60

La figura 3 representa el espacio interior del molde relleno de una formulación a base de resina de polipropileno según un modo de realización de la invención.

La figura 4 ilustra un molde de inyección que presenta un espacio delimitado por la parte fija y la parte móvil que forman una segunda separación  $E_f$ , según un modo de realización de la invención.

65

La figura 5 representa un gráfico que ilustra el desplazamiento de la parte móvil con respecto a la parte fija del molde de inyección durante el procedimiento de inyección y de espumado según un modo de realización de la invención.

La figura 1 ilustra una pieza plástica 1 expandida, destinada a formar unas piezas interiores o exteriores de

vehículos. Comprende una primera zona central 2 que presenta una tasa de expansión que puede estar comprendida entre el 30 y el 50%. La pieza 1 presenta también a uno y otro lado de esta primera zona 2 una segunda y tercera zona de superficie 3, 4 constituidas cada una por un material no expandido que forma las capas de piel de la pieza 1. Estas capas de piel 3, 4 pueden presentar un mismo grosor comprendido entre (Ef/3,75) y (Ef/7,2), siendo Ef el grosor total final de la pieza 1.

La pieza plástica expandida 1 está formada a partir de una formulación a base de resina de polipropileno compuesta por 50 a 90 partes en peso de un copolímero de polipropileno. Este copolímero puede estar constituido a partir de propileno y de etileno de baja masa molecular.

La formulación comprende también 9 a 20 partes en peso de una mezcla de cargas minerales constituidas por el 40 al 80% de talco. Las otras cargas minerales, que forman entre el 20 y el 60% de la mezcla, pueden estar constituidas por cargas esféricas tales como unas microesferas de cerámica huecas SC-300 o SC-500 de Schenorr<sup>®</sup>, unas microesferas de cristal huecas de la serie HGT de Cenotechnologies, unas "glass bubbles" de las series S y K distribuidas por 3M. Las otras cargas pueden estar compuestas también por microtalcos tales como los de la serie Mital 30-80 o 15-80 proporcionadas por Geokom. Finalmente, estas cargas pueden presentarse también en forma de fibras sintéticas a base de magnesio, que comprenden un diámetro inferior a un micrómetro y una longitud inferior a 100 micrómetros, incluso una longitud inferior a 50 micrómetros, tales como las fibras HPR-803 p HPR 803i producidas por Milliken, que permiten formar una pieza 1 de una gran resistencia al rayado.

Con el fin de poder hacer espumar la formulación, se prevé entre 0,1 y 10 partes en peso de un agente de hinchado tal como un agente químico de tipo endotérmico, la totalidad de los elementos que constituyen la formulación es de 100 partes en peso.

La formulación presenta ventajosamente un índice de fluidez elevado (MFR comprendido entre 50 g/10 min. y 200 g/10 min.) de manera que sea fácilmente inyectada en el molde y favorece la creación de la zona expandida. La presencia del 20 al 60% de cargas citadas anteriormente en la mezcla de cargas minerales que comprende talco permite aligerar la formulación. Alcanza una densidad comprendida entre 0,95 g/cm<sup>3</sup> y 1 g/cm<sup>3</sup>, lo cual es inferior a la obtenida solamente con talco.

La formulación puede comprender, por otro lado, hasta 10 partes en peso de un aditivo anti-UV de manera que proteja la pieza moldeada 1 de los rayados altamente energéticos.

La pieza plástica 1 constituida por la formulación descrita anteriormente puede presentar así un módulo de Young comprendido entre 1600 y 1750 MPa y una resistencia al choque de Charpy, medida por incisión, comprendida entre 15 kJ/m<sup>2</sup> y 20 kJ/m<sup>2</sup> a 23°C y comprendida entre 2 kJ/m<sup>2</sup> y 4 kJ/m<sup>2</sup> a -20°C, que son unos valores equivalentes a los obtenidos con unas piezas similares que comprenden 20 partes en peso de talco como única carga mineral, aligerando al mismo tiempo la pieza en 30 al 40%.

La invención se puede ilustrar por un ejemplo de formulación siguiente con una inyección a 1,4 m de grosor inicialmente y una apertura del molde a 2,4 mm.

Constituyentes	Porcentaje de masa
PP copolímero de fluidez 80	84,5
Agente de hinchado	3
Milliken HPR803i	5
Talco	7
AntiUV	0,1
Antioxidantes	0,1
Pigmento	0,2
Antiestático	0,2

Además, cuando la pieza 1 se ha formado a partir de una formulación que comprende unas fibras sintéticas a base de magnesio, puede comprender una resistencia al rayado comprendida entre 1,4 y 1,5, medida por cuadrículado con una fuerza aplicada de 10N, lo cual constituye una mejora de la resistencia al rayado de las piezas plásticas expandidas conocidas en el sector.

Las figuras 2, 3 y 4 ilustran las variaciones de separación de una parte móvil 7 con respecto a una parte fija 6 de un molde de inyección 5 durante las diferentes etapas de un procedimiento de inyección y de espumado de la formulación descrita anteriormente. En la figura 2, el molde 5 presenta una parte fija 6 y una parte móvil 7 posicionadas una con respecto a la otra de manera que formen una primera separación Ei y delimitando un espacio en el que se ha inyectado la formulación. Como se representa en la figura 3, el espacio está lleno de la formulación todavía no espumada. En la figura 4, la parte móvil 7 y la parte fija 6 se han desplazado de manera que formen una segunda separación Ef más importante que la primera separación Ei. El espacio delimitado por

la parte móvil 7 y la parte fija 6 presenta así un volumen aumentado que permite la expansión de la formulación hasta rellenar la totalidad del espacio.

5 La relación  $E_f/E_i$  puede estar comprendida entre 1,24 y 2,4 de manera que se obtenga una expansión de la formulación con una tasa del 30 al 50% en una primera zona central 2 insertada entre una segunda y una tercera zona de superficie 3, 4. La formulación así expandida forma la pieza plástica 1 ilustrada en la figura 1 cuyo grosor de la segunda y tercera zona de superficie 3, 4 o capas de piel puede corresponder a la tercera parte de la primera separación  $E_i$ .

10 La figura 5 representa la evolución de la separación de la parte fija 6 y de la parte móvil 7 una con respecto a la otra según las diferentes etapas del procedimiento de inyección y de espumado a lo largo del tiempo T. Una primera etapa del procedimiento consiste en posicionar la parte fija 6 y la parte móvil 7 de manera que formen una primera separación  $E_i$ . La formulación se inyecta después hasta llenar la totalidad del espacio delimitado por la parte fija 6 y la parte móvil 7 del molde 5 (fase I). Continúa después la formación de la segunda y tercera zona de superficie 3, 4 de la pieza 1 o capas de piel por contacto con las paredes del molde 5 (fase P). La parte móvil 7 se separa entonces de la parte fija 6 hasta formar una segunda separación  $E_f$ , pudiendo la relación  $E_f/E_i$  estar comprendida entre 1,25 y 2,4 de manera que permita la expansión de la formulación hasta llenar totalmente el espacio así formado. Esta etapa está destinada a formar la primera zona central 2 de la pieza 1 (fase E) entre las dos capas de piel 3, 4. Finalmente, el molde 5 se enfría hasta temperatura ambiente (fase R) y se puede retirar del molde 5 la pieza 1 expandida de un grosor total final  $E_f$ .

25 Así, la invención aporta una mejora determinante a la técnica anterior proporcionando una formulación fluida, poco densa, que permite obtener una pieza plástica 1 expandida ligera, con un bonito estado de superficie, que presenta unas propiedades mecánicas satisfactorias y una alta resistencia al rayado mediante un procedimiento sencillo de realizar.

30 Resulta evidente que la invención no está limitada a los modos de realización descritos anteriormente a título de ejemplos, sino que comprende todos los equivalentes técnicos y las variantes de los medios descritos así como sus combinaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Formulación a base de resina de polipropileno que comprende los elementos siguientes:

- 5 - entre 50 y 90 partes en peso de un copolímero de propileno y de etileno;
- entre 9 y 20 partes en peso de una mezcla de cargas minerales que comprende del 40 al 80% de talco y del 20 al 60% de cargas del grupo que comprende microesferas, fibras y microtalcos,
- 10 - entre 0,1 y 10 partes en peso de un agente de hinchado, siendo las partes en peso de los diversos elementos de la formulación seleccionadas de tal manera que la suma sea de 100 partes en peso;

presentando la formulación un índice de fluidez de masa MFR comprendido entre 50 g/10 min y 200 g/10 min y una densidad antes de la expansión del agente de hinchado comprendida entre 0,95 g/cm<sup>3</sup> y 1 g/cm<sup>3</sup>.

2. Formulación según la reivindicación 1, caracterizada por que la mezcla de cargas minerales comprende del 40 al 80% de talco y del 20 al 60% de fibras que comprenden unas fibras sintéticas a base de magnesio.

3. Formulación según la reivindicación 2, caracterizada por que las fibras presentan un diámetro inferior a 1 micrómetro y una longitud inferior a 100 micrómetros y preferentemente una longitud inferior a 50 micrómetros.

4. Formulación según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que la formulación comprende entre 0 y 10 partes en peso de aditivo anti-UV y de manera que la suma de las partes en peso de los diferentes elementos de la formulación sea de 100 partes en peso.

5. Pieza plástica expandida (1), destinada en particular a los vehículos, caracterizada por que está constituida por un material que comprende una formulación a base de resina de polipropileno según una de las reivindicaciones 1 a 4.

6. Pieza plástica expandida (1) según la reivindicación 5, caracterizada por que el material presenta una tasa de expansión comprendida entre el 30 y el 50% en una primera zona central (2) que se extiende según la dimensión más importante de la pieza (1), estando dicha primera zona (2) insertada entre una segunda y una tercera zona de superficie (3, 4) dotadas de un material no expandido.

7. Pieza plástica expandida (1) según una de las reivindicaciones 5 o 6, caracterizada por que presenta una resistencia al rayado comprendida entre 1,4 y 1,5 medida por cuadrículado con una fuerza aplicada de 10 N.

8. Pieza plástica expandida (1) según una de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizada por que la pieza plástica (1) presenta un grosor total  $E_f$ , y por que la segunda y la tercera zona de superficie presentan cada una un mismo grosor comprendido entre  $(E_f/7,2)$  y  $(E_f/3,75)$ .

9. Pieza plástica expandida (1) según una de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizada por que presenta

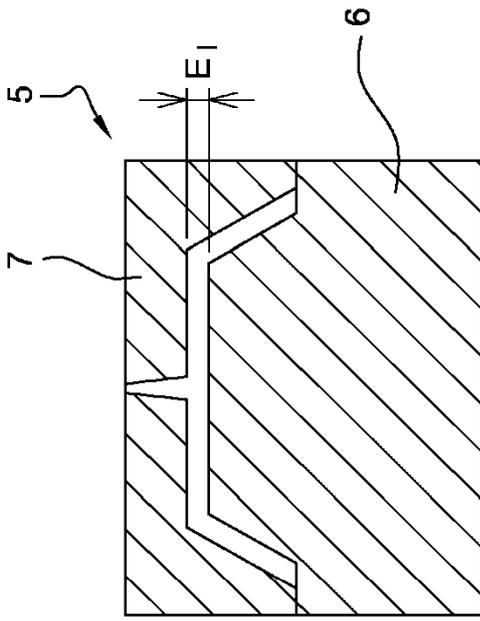
- un módulo de Young comprendido entre 1600 y 2100 MPa,
- una resistencia al choque de Charpy medida por incisión y comprendida entre 15 kJ/m<sup>2</sup> y 20 kJ/m<sup>2</sup> a 23°C y comprendida entre 2 kJ/m<sup>2</sup> y 4 kJ/m<sup>2</sup> a -20°C.

10. Procedimiento de inyección y de espumado, caracterizado por que comprende las etapas siguientes que consisten en:

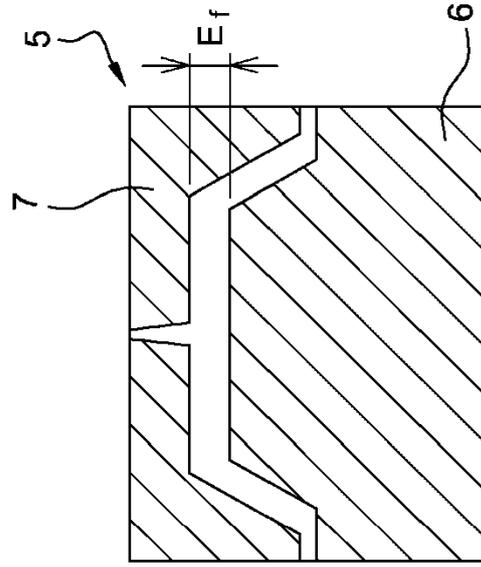
- prever un molde de inyección (5) que comprende una parte fija (6) y una parte móvil (7),
- posicionar la parte fija (6) y la parte móvil (7) una con respecto a la otra de manera que formen una primera separación  $E_i$ ,
- inyectar la formulación a base de resina de polipropileno según una de las reivindicaciones 1 a 4, de manera que se llene la totalidad del espacio delimitado por la parte fija (6) y la parte móvil (7),
- desplazar la parte fija (6) y la parte móvil (7) una con respecto a la otra de manera que formen una segunda separación  $E_f$  superior a la primera separación  $E_i$ , de manera que el agente de hinchado genere la expansión de la formulación por formación de inclusiones de burbujas de gas hasta llenar la totalidad del espacio delimitado por la parte fija (6) y la parte móvil (7).

11. Procedimiento de inyección y de espumado según la reivindicación 10, caracterizado por que la relación  $E_f/E_i$  está comprendida entre 1,25 y 2,4 de manera que la expansión se realiza hasta una tasa de expansión

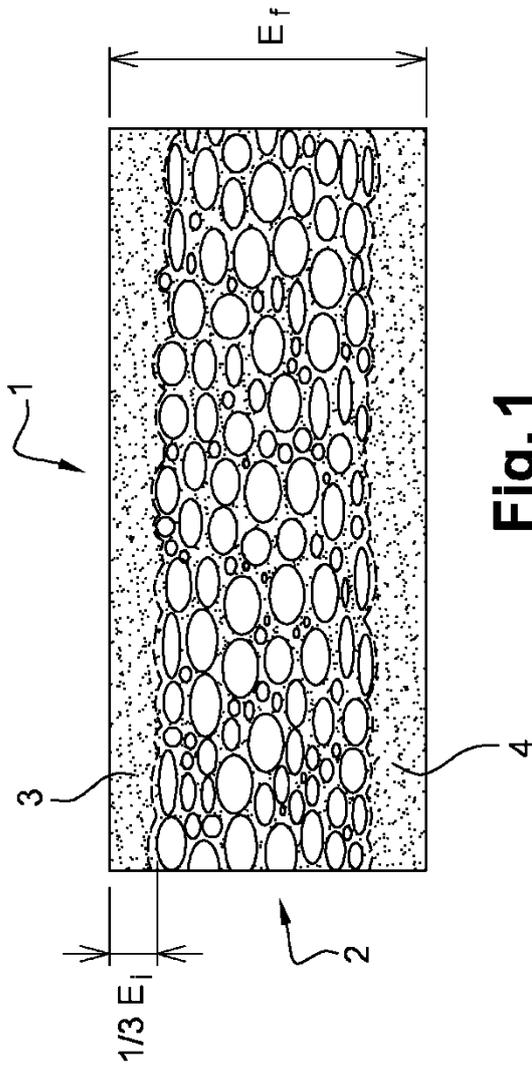
comprendida entre el 30 y el 50% en una primera zona central (2) que se extiende según la dimensión más importante del espacio delimitado por la parte fija (6) y la parte móvil (7), siendo la primera zona central (2) insertada entre una segunda zona y una tercera zona de superficie de material no expandido.



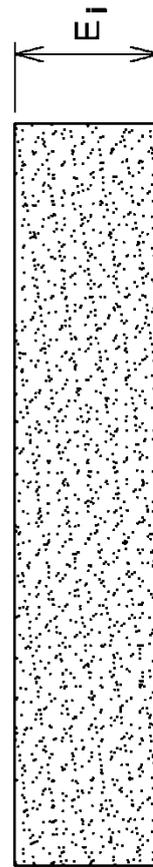
**Fig. 2**



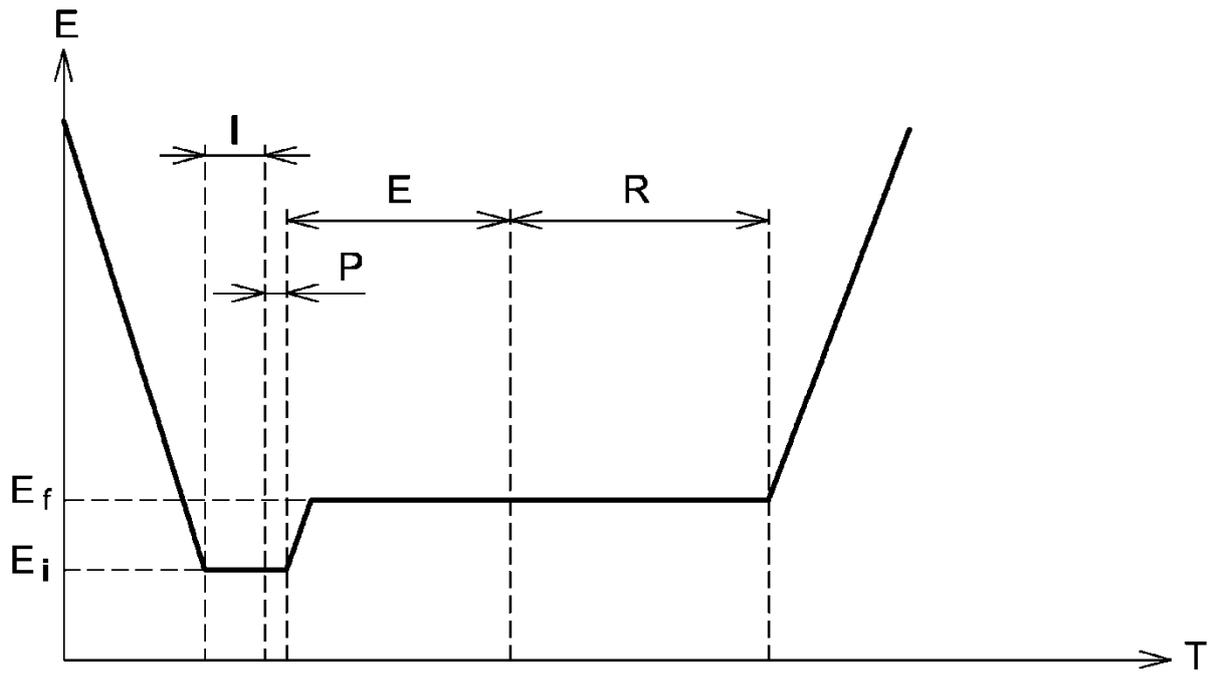
**Fig. 4**



**Fig. 1**



**Fig. 3**



**Fig. 5**