(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 484 367**

(51) Int. CI.:

B32B 27/36 (2006.01)
B32B 5/18 (2006.01)
C08J 9/36 (2006.01)
B29C 44/24 (2006.01)
B29C 44/22 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2010 E 10150608 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.04.2014 EP 2345538**

(54) Título: **Método de protección contra el fuego y modificación de propiedades de poliésteres expandidos**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.08.2014

(73) Titular/es:

ARMACELL ENTERPRISE GMBH & CO. KG (100.0%)
Zeppelinstrasse 1
12525 Schönefeld OT Waltersdorf , DE

(72) Inventor/es:

WEIDINGER, JÜRGEN;
MELLER, MIKA y
LI, JIE

(74) Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

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

Método de protección contra el fuego y modificación de propiedades de poliésteres expandidos

La presente invención se refiere a un método de fácil aplicación pero versátil para modificar las propiedades de resistencia física y química de productos de poliéster expandido, tales como el carácter ignífugo y la resistencia a la hidrólisis, mediante modificación en fusión de la(s) capa(s) superficial(es) de dichas espumas y esponjas, a la fabricación de estos productos y al uso de los mismos.

Los polímeros de poliéster expandido, esto es espumas o esponjas de poliéster, tienen una importancia fundamental en numerosas aplicaciones relacionadas, por ejemplo, con el aislamiento frente a gradientes de temperatura, protección acústica, amortiguación de vibraciones, construcción ligera, etc. Sin embargo, básicamente son muy sensibles a la descomposición, por ejemplo con respecto a la hidrólisis o a la combustión iniciada por oxígeno, debido a su naturaleza orgánica, debida a un esqueleto polimérico y al hecho de que forman parte de los polímeros ciertos heteroátomos que tienen un efecto negativo adicional en la estabilidad, como el oxígeno. Lo que hace que la situación sea incluso peor es el hecho de que los poliésteres celulares son evidentemente más débiles que el material macizo, su superficie es mucho mayor y, por consiguiente, es más accesible a las sustancias agresivas, y en las células ya hay aire/humedad en caso de ignición o ataque por ácidos o bases. Así, los poliésteres básicamente son fácilmente inflamables y tienden a continuar ardiendo una vez encendidos, y seguirán descomponiéndose por hidrólisis una vez que se ha producido la rotura de enlaces. Ya se han realizado diferentes esfuerzos para mejorar la estabilidad de los propios compuestos poliméricos, como la incorporación y mezcla de agentes ignífugos halogenados y no halogenados, materiales de carga no combustibles, etc. en el compuesto. Sin embargo, como el proceso de producción de espumas de poliéster es un proceso de formación de espuma por reacción (véase por ejemplo EP 0866089, US 5288764, JP 5117501, JP 62004729, WO 2001051549; JP 8151470 menciona material reciclado hecho espuma), las sustancias extrañas pueden afectar gravemente a la expansión o formación de espuma de los polímeros y a otras propiedades finales buscadas para las aplicaciones previstas. Además, estas sustancias extrañas tendrían que resistir las condiciones de proceso, que podrían ser, por ejemplo, de casi 300ºC cuando se trata de tereftalato de polietileno. La mayor parte de los agentes ignífugos estándar no resistirían estas temperaturas y se descompondrían

durante el proceso. Otras sustancias más estables, como materiales de carga inorgánicos, fibras, etc., bien influirán negativamente en la longitud de cadena de los polímeros o en la estructura celular o simplemente no se incorporan en la composición de la matriz en una extensión suficiente para lograr un efecto significativo. Para superar estos problemas se han realizado diversos trabajos en el campo de las tecnologías de revestimiento y laminación, en las que no existe la restricción debida al procesamiento del poliéster expandido. El documento KR 100701274 describe una capa de alfombrado de tereftalato de polietileno (PET) con fósforo como agente ignífugo. En los documentos JP 2008201079, JP 10119219, JP 8068164, JP 1261588, GB 2344834, GB 1161045, GB 882296 y US 6066580 se utiliza una laminación de poliéster, fibra de poliéster o fibra de poliéster/vidrio para proteger el núcleo de espuma, más inflamable, consistente en otros polímeros; el documento GB 2222185 reivindica este sistema como una especie de protección contra el fuego por "eliminación por fusión"; en el documento GB 2122232 se analiza un tratamiento de espuma o sus capas protectoras con compuestos de halógeno/antimonio. El documento JP 2006077551, entre otros, trata de fibras de poliéster como una protección interna contra la llama, pero cubiertas por una lámina metálica y utilizando adhesivos para unir las capas entre sí. De hecho, la lámina metálica, principalmente de aluminio, es un método bastante extendido, véanse, por ejemplo, los documentos JP 2215521, JP 4347252, JP 8199709, US 4459334, CH 650196, etc. Sin embargo, estos métodos multicapa conllevan cierta posibilidad de fallo, como las incertidumbres adicionales aportadas por el adhesivo necesario (inflamabilidad, durabilidad, compatibilidad, etc.). En el documento DE 100117177 se menciona un alféizar de espuma de PET cuya superficie se cierra fundiéndola con fines decorativos, pero no están previstas otras medidas o ventajas. Lo mismo es aplicable en el caso del documento JP 6170999, donde se coextrusiona una capa de poliéster (en concreto PET) sobre un núcleo de espuma de poliéster para obtener una placa termoconformable. No obstante, las posibilidades de las combinaciones de algunos de los métodos arriba mencionados no se entienden plenamente. Sin embargo, esto es esencial para desarrollar materiales que puedan satisfacer los requisitos actuales referentes a aprobaciones: por ejemplo, las certificaciones relacionadas con pruebas de inflamabilidad en la industria de la construcción se están globalizando cada vez más, pero también se están haciendo más precisas y vinculadas a las aplicaciones concretas y, en consecuencia, suponen un mayor reto (por ejemplo, ASTM E-84 "ensayo en túnel quemador", UL 94 "quemado

horizontal/vertical", EN 13823 "ensayo de quemado de esquinas redondas", FM "ensayo de quemado en sala").

El documento de M. XANTHOS y col. ("Properties and applications of sandwich panels based on PET foams" 58 CONFERENCIA TÉCNICA ANUAL - SOCIETY OF PLASTICS ENGINEERS, vol. 2, 1 de enero de 2000 (01-01-2000), ISSN: 0272-5223) describe un material consistente en poliéster expandido como un núcleo cubierto por al menos una capa protectora exterior consistente en poliéster no expandido que contiene fibra de vidrio y que tiene propiedades ignífugas.

Por consiguiente, un objeto principal de la presente invención es proporcionar un material de poliéster expandido y un proceso correspondiente para producirlo, que sea fácil de manejar y que conduzca a un compuesto que sea versátil, fiable y fácil de aplicar, que sea ignífugo y estable frente a la descomposición hidrolítica, todo ello sin perder ninguna de las propiedades ventajosas de las espumas de poliéster, en concreto de tereftalato de polialquilideno, como ahorro, baja densidad, alta Tg, cristalinidad controlada, etc.

Sorprendentemente se ha comprobado que se puede obtener un material que no presente las desventajas arriba mencionadas a partir de un material que consiste en un poliéster expandido como un núcleo cubierto por al menos una capa protectora exterior consistente en poliéster no expandido que contiene entre un 0,5 y un 60 por ciento en peso de aditivos funcionales consistentes en agentes ignífugos y agentes antihidrólisis, estando estos agentes ignífugos y agentes antihidrólisis basados en fósforo.

Esto se puede lograr disponiendo una capa protectora y funcionalizada sobre el poliéster expandido mediante un revestimiento o laminado que consiste principalmente en el propio polímero de poliéster correspondiente como una matriz, enriquecido con aditivos. Esto no sólo facilita la unión de la capa sobre el sustrato celular, sino que también aumenta significativamente la libertad de práctica en lo que respecta a la modificación de la capa funcional en relación con la protección contra las llamas y contra ataques químicos y físicos, y en relación con sus propiedades generales, lo que se describe más abajo con mayor detalle. Mediante este método se proporciona un enriquecimiento significativo de sustancias químicas, como agentes ignífugos y/o agentes antihidrólisis, donde es necesario, esto es en superficie, donde se producirán principalmente los ataques físicos o químicos y donde mejor se pueden controlar e incluso detener los mismos.

El material reivindicado contiene el compuesto (A), véase la Fig. 1, que consiste en un compuesto basado en poliéster expandido. El poliéster expandido puede presentar una estructura de células abiertas o cerradas (es decir, puede consistir en una esponja o espuma) de cualquier tamaño y distribución celular. Son preferentes las espumas de polímero de tereftalato de polialquilideno, de forma especialmente preferente las basadas en tereftalato de polietileno (PET). El compuesto (A) puede contener otros ingredientes además del propio polímero de poliéster, por ejemplo, pero no exclusivamente, materiales de carga, otros polímeros (materiales termoplásticos, materiales termoendurecibles, TPE, elastómeros), fibras, aditivos, colorantes, reticulantes, agentes ceramificantes o formadores de carbón, sistemas intumescentes, estabilizadores, agentes ignífugos, etc.

El material reivindicado contiene al menos una capa exterior (B) consistente en una matriz de poliéster macizo, esto es no expandido, preferentemente basada en PET, de forma especialmente preferente PET reciclado, por razones económicas y ecológicas, pero también debido al hecho de que el PET postconsumo tiene un punto de fusión más bajo y también una viscosidad de fusión más baja, lo que resulta ventajoso para la invención. La morfología y las propiedades del PET para (B) permitirán componer (es decir, mezclar) fácilmente el mismo con diversas sustancias o aditivos, como agentes ignífugos (C) y sustancias químicas que previenen la hidrólisis (D). Esta mezcla se puede realizar en estado "seco", es decir, a bajas temperaturas, por ejemplo en una mezcladora estándar, para obtener un compuesto mezclado únicamente de forma mecánica. Esto resulta favorable cuando los aditivos son sensibles a la temperatura, ya que en este caso sólo serán sometidos una vez a calor cuando (B) se aplica sobre (A) (véase más abajo). En todos los demás casos, los aditivos se pueden incorporar por mezcla en el PET en estado fundido, por ejemplo en una extrusora de mezcla, para obtener una mezcla física o solución. La capa (B) se funde sobre (A) para lograr una unión excelente. Esto se puede llevar a cabo mediante diversos métodos, por ejemplo, pero no exclusivamente, coextrusión, comoldeo o sobremoldeo, laminación, todos ellos con una lámina de (B) prefabricada o polvo, o por pulverización y sinterización de polvo/copos o granulados, etc., en procesos en línea o fuera de línea, de forma continua o discontinua. Es preferente un proceso en el que (B) se dispone sobre (A) en forma de polvo y después se funde sobre o dentro de (A), respectivamente, mediante la aplicación de calor y presión ligera, por ejemplo empleando una placa caliente o preferentemente una cinta móvil caliente o cilindro(s) caliente(s). De forma especialmente preferente, este proceso de sinterización acelerada se aplica en línea

después de la extrusión de espuma, preferiblemente de forma continua. El compuesto (B) puede contener ingredientes adicionales aparte del polímero de poliéster y los aditivos mencionados, por ejemplo, pero no exclusivamente, materiales de carga, otros polímeros (materiales termoplásticos, materiales termoendurecibles, TPE, elastómeros), fibras, colorantes, reticulantes, agentes de expansión, estabilizadores, etc. para proporcionar características modificadas y/o adicionales al material. Si la parte proporcionada por (A) es plana, el revestimiento (B) se aplica sobre al menos un lado de dicha parte.

El compuesto (B) del material reivindicado contiene además aditivos (C) para retardar la llama que consisten en compuestos fosforosos, por ejemplo, pero no exclusivamente, ésteres (poli)fosforosos, fósforo rojo, (poli)fosfatos, -fosfonatos y -fosfinatos, debido a su estabilidad bajo las condiciones de proceso y su compatibilidad con la matriz de poliéster, y debido a su potencial formador de carbón. Los aditivos (C) se pueden incorporar por mezcla en la capa (B) en muy alta proporción (hasta >50% en peso, dependiendo de la sustancia), lo que no sería factible en la espuma (A), donde, por experiencia, la dosificación máxima de estas sustancias químicas es de aproximadamente un 5%, y adicionalmente disminuiría en relación con la superficie a proteger por el propio proceso de formación de espuma.

El compuesto (B) del material reivindicado contiene aditivos (D) para prevenir la rotura hidrolítica de enlaces consistentes en sistemas fosforosos basados en ácido (poli)fosforoso, su(s) anhídrido(s) y sus sales debido a su estabilidad, su amplia gama de características y su compatibilidad tanto con la matriz de (B) como con (C). Los aditivos (D) se pueden incorporar por mezcla en la capa (B) en muy alta proporción (hasta >50% en peso, dependiendo de la sustancia), lo que no sería factible en la espuma (A).

El material reivindicado puede contener además capas funcionales (E) adicionales, consistentes por ejemplo en metales, fibras o plásticos, como cubierta sobre (B), para actuar por ejemplo como protección, refuerzo o como capa decorativa, véase la Fig. 1. Son preferibles las capas que sean por sí mismas ignífugas o intumescentes y/o formadoras de carbón, o que se eliminen fácilmente por quemado o fusión para no perturbar el funcionamiento del sistema ignífugo de (A) (B). Los compuestos (E) se pueden unir a (B) mediante adhesivos, preferentemente ignífugos, o adherir por sí mismos.

El material reivindicado puede contener además cualquier otro elemento (F) necesario para la aplicación prevista, por ejemplo, pero no exclusivamente, partes hechas de madera, vidrio, metal u hormigón, etc., estructuras para construcción, etc., véase la Fig. 1. Los compuestos (F) se pueden unir a otros compuestos del material mediante adhesivos, preferentemente ignífugos, o adherir por sí mismos.

Una ventaja importante del material reivindicado se basa en el hecho de que su proceso de producción permite introducir una amplia variedad de sustancias en alta concentración en la capa exterior, como agentes ignífugos que harán que sea sumamente difícil que esta capa arda o se queme, y, por tanto, permitirá obtener propiedades que nunca se podrían lograr añadiendo aditivos únicamente de espuma.

Esto conduce a otra ventaja destacada del material reivindicado, que consiste en el hecho de que el desarrollador y el proceso responsable se pueden centrar independientemente en la optimización de la capa protectora del núcleo expandido, sus características y su producción, ya que las propiedades y requisitos de los materiales son independientes, lo que no ocurre cuando se han intentado añadir los aditivos directamente al material expandido.

Esto está relacionado con otra ventaja del material reivindicado, que es la posibilidad de adaptar sus propiedades al perfil de propiedades deseado (en lo que respecta a la mecánica, amortiguación, aislamiento, flexibilidad, etc.) mediante una posible modificación independiente del núcleo (A) y/o la capa (B) en relación con el espesor respectivo, carga con aditivos, cristalinidad, etc.

Otra ventaja importante del material reivindicado consiste en el hecho de que el material base para la capa funcional puede ser material reciclado.

Una ventaja muy destacada del material reivindicado es el hecho de que la superficie es completamente cerrada y homogénea, independientemente de si el núcleo de espuma presentaba células abiertas o huecos o similares antes del revestimiento.

Otra ventaja destacada del material reivindicado es que (B) muestra una excelente adhesión con (A) sin ninguna medida adicional y que el compuesto resultante actuará como "un único" material.

Otra ventaja del material reivindicado consiste en que el nivel de penetración de la capa exterior (B) en la estructura celular de (A) se puede controlar fácilmente durante el proceso de producción variando la temperatura de la superficie de (A) en combinación con la temperatura de (B) y la presión aplicada.

Otra ventaja del material reivindicado consiste en el hecho de que, debido al proceso de composición y aplicación de (B), no existe riesgo de separación de ingredientes importantes en (B) ni de ningún impacto negativo en la espuma del núcleo.

Otra ventaja del material reivindicado consiste en el hecho de que no es necesario añadir ningún aditivo al volumen principal de la parte final, es decir, la espuma, lo que conduce a un producto más "limpio".

Esto conduce a otra ventaja del material reivindicado, éste es fácil de reciclar ya que después de retirar la capa superior se obtiene un poliéster puro. Incluso el material reciclado de la capa superior puede ser utilizado de nuevo para fines similares.

Una ventaja básica del material reivindicado consiste en que, en sus composiciones preferentes, está libre de fibras, sustancias bromadas y PVC, ya que todos estos materiales están en estudio y bajo discusión por motivos medioambientales y sanitarios.

Otra ventaja del material reivindicado consiste en que sus propiedades ignífugas son prácticamente independientes de la geometría de la pieza a proteger contra el fuego.

Una ventaja destacada del material reivindicado es que puede ser producido de forma económica en un proceso continuo, por ejemplo por extrusión y colaminación tal como se describe más arriba. Muestra versatilidad en las posibilidades de producción y aplicación. Puede ser extrudido, coextrudido, laminado, moldeado, comoldeado, sobremoldeado, soldado, etc. directamente como un sistema multicapa y, en consecuencia, se puede aplicar en una conformación sin restricciones sobre diversas superficies en la industria del automóvil, transporte, aeronáutica, edificación y construcción, muebles, ingeniería mecánica y muchas otras industrias, incluso mediante termoconformado u otros métodos de conformación después del proceso de producción del material. La capa adicional incluso mejorará el termoconformado y otras propiedades de proceso (por ejemplo la aptitud para la impresión, fijación y montaje, etc.).

Otra ventaja del material reivindicado consiste en que puede ser transformado y conformado mediante métodos estándar conocidos en la industria y en que no requiere ningún equipo especializado.

Otra ventaja del material reivindicado es su idoneidad para aplicaciones de aislamiento acústico/antivibratorio, por ejemplo en la industria de la construcción, ya que es sabido que el PET es un material sumamente resistente e ideal para este tipo de aplicación donde se desea un soporte estructural. La capa (B) puede actuar como una barrera de vapor y como superficie hidrófoba.

Ejemplos (no correspondientes a la invención)

En los siguientes ejemplos y ejemplos comparativos, una espuma de aislamiento de PET estándar (ArmaStruct®, Armacell GmbH, Münster, Alemania) con una densidad de 65 kg/m^3 se cortó en muestras con un espesor de 25 mm y una anchura de 500 mm. Las capas protectoras se dispusieron sobre las piezas de espuma distribuyéndolas homogéneamente en forma de mezcla madre en polvo sobre la superficie de espuma utilizando un sistema de boquilla plana/rasqueta y haciendo pasar después lentamente la pieza preparada bajo un cilindro cromado caliente (280ºC) con una anchura de 600 mm y un radio de 200 mm, aplicando una presión ligera y constante (factor de compresión en relación con el espesor de la espuma <0,5%).

El PET para la capa de revestimiento se molió a partir de PET virgen (Sabic, Genk, Bélgica), a partir de desechos reciclados después de producción interna (Armacell) o a partir de copos reciclados comprados en el mercado.

El polvo para el revestimiento se preparó mezclando los respectivos aditivos y el polvo de PET en frío en una mezcladora agitadora, o fundiendo el PET en una extrusora y añadiendo los aditivos a la mezcla fundida, y regranulando a continuación la mezcla madre obtenida. La Tabla 1 muestra los datos sobre las mezclas madre en polvo y los ingredientes utilizados (agentes ignífugos).

Tabla 1: Ingredientes de mezclas madre en polvo

Mezcla madre	**Tipo de PET**	**Aditivo ignífugo y dosificación en mezcla madre**	**Proveedor**
1	Virgen	40% Firebrake® 500 (borato)	Borax Europe ltd., Guildford, Reino Unido
2	Virgen	40% Melapur® 200 (melamina)	Ciba, Grenzach, Alemania
3	Virgen	50% Exolit®OP 1200 (fósforo)	Clariant, Muttenz, Suiza
4	Virgen	60% Saytex® 8010 (bromado)	Albemarle, Louvain, Bélgica
1A	Reciclado (Armacell)	40% Firebrake® 500 (borato)	Borax Europe ltd., Guildford, Reino Unido
2A	Reciclado (Armacell)	40% Melapur® 200 (melamina)	Ciba, Grenzach, Alemania
3A	Reciclado (Armacell)	50% Exolit®OP 1200 (fósforo)	Clariant, Muttenz, Suiza
4A	Reciclado (Armacell)	60% Saytex® 8010 (bromado)	Albemarle, Louvain, Bélgica
1R	Reciclado (mercado libre)	40% Firebrake® 500 (borato)	Borax Europe ltd., Guildford, Reino Unido
2R	Reciclado (mercado libre)	40% Melapur® 200 (melamina)	Ciba, Grenzach, Alemania
3R	Reciclado (mercado libre)	50% Exolit®OP 1200 (fósforo)	Clariant, Muttenz, Suiza
4R	Reciclado (mercado libre)	60% Saytex® 8010 (bromado)	Albemarle, Louvain, Bélgica
5R	Reciclado (mercado libre)	30% trihidrato de alúmina, 20% Saytex® 8010	Albemarle; Bergheim, Alemania

Los materiales compuestos producidos se examinaron parcialmente en cuanto al comportamiento ignífugo de acuerdo con EN 13823/EN 13501-1 (ensayo de

quemado simple/ensayo de esquinas redondas), DIN 4102, y UL 94 (quemado horizontal/vertical). La Tabla 2 muestra los resultados en comparación con una placa de espuma no tratada del mismo espesor (ejemplo comparativo, marcado con asterisco). Los ejemplos sin asteriscos comprenden el material reivindicado.

Tabla 2: Resultados de los ensayos de inflamabilidad (n.e.: no examinado)

Mezcla madre	**EN 13823/ 13501-1**	**DIN 4102**	**Revestimiento UL94 en un lado/dos lados**	**Evaluación**
ninguna*	E	fallo	fallo	Sumamente inflamable
1	D	fallo	HB	Inflamable
2	C S3 d0	B1	V-2/V-1	Ignífugo
3	B S3 d1	B1	V-1/V-0	Muy ignífugo
4	C S3 d1	B2	V-2/V-1	Ignífugo
1A	D	fallo	HB	Inflamable
2A	C S3 d0	B1	V-2/V-2	Ignífugo
3A	B S3 d1	B1	V-1/V-0	Muy ignífugo
4A	C S3 d1	B2	V-2/V-2	Ignífugo
1R	n.e.	fallo	HB	Inflamable
2R	n.e.	n.e.	V-2/V-1	Ignífugo
3R	B S3 d1	B1	V-1/V-0	Muy ignífugo
4R	n.e.	n.e.	HB/V-2	Ignífugo
5R	B S3 d0	B1	V-1/V-0	Muy ignífugo

REIVINDICACIONES

1. Material que consiste en un poliéster expandido como un núcleo cubierto por al menos una capa protectora exterior consistente en poliéster no expandido que contiene entre un 0,5 y un 60 por ciento en peso de aditivos funcionales que son agentes ignífugos y agentes antihidrólisis, estando estos agentes ignífugos y agentes antihidrólisis basados en fósforo.

2. Material según la reivindicación 1, caracterizado porque el núcleo está contituido por un tereftalato de polialquilideno.

3. Material según la reivindicación 1, caracterizado porque la capa exterior está contituida por un tereftalato de polialquilideno.

4. Material según la reivindicación 1, caracterizado porque tanto el núcleo como la capa exterior están constituidos por un tereftalato de polialquilideno.

5. Material según una de las reivindicaciones 1-4, caracterizado porque se aplican capas adicionales con fines de protección, refuerzo y decoración.

6. Proceso para producir el material según una de las reivindicaciones 1-5 en un proceso continuo.

7. Proceso según la reivindicación 6 para producir el material en un proceso continuo en dos pasos de extrusión y laminación/revestimiento.

8. Proceso según la reivindicación 6 para producir el material en un proceso continuo en línea de extrusión y revestimiento por fusión de polvo utilizando tereftalato de polialquilideno como base para el polvo de revestimiento.

9. Proceso según la reivindicación 6, caracterizado porque la laminación se lleva a cabo mediante un procedimiento por fusión de polvo en el que el polvo se funde y se aplica por calentamiento directo por medio de al menos un cilindro giratorio caliente o al menos una cinta móvil caliente.

10. Uso de un material según una de las reivindicaciones 1-5 para el aislamiento térmico y/o acústico y/o para la amortiguación acústica y/o antivibraciones.

11. Uso de un material según la reivindicación 10 para el aislamiento térmico y/o acústico en el interior y exterior de estructuras, recipientes y tuberías, como paredes, techos, suelos, tejados, tanques, tubos y conductos.

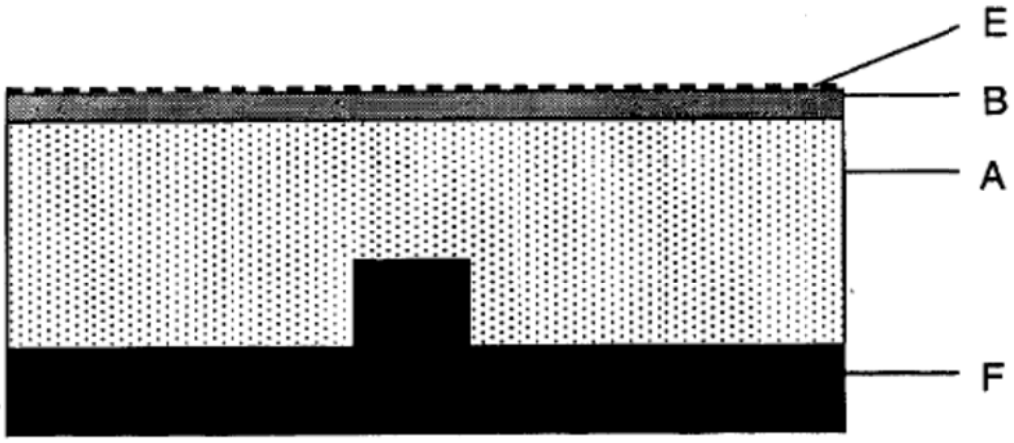

FIGURA 1