

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 072**

51 Int. Cl.:

C08J 9/00 (2006.01)

C08L 27/06 (2006.01)

C08L 11/00 (2006.01)

C08J 9/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2014** **E 14188135 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016** **EP 3006491**

54 Título: **Espuma de aislamiento flexible con baja emisión de humos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.06.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ZAUNER, CHRISTOPH;
BETTERMANN, MIROSLAV y
QUANTE, HERIBERT**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 617 072 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

Espuma de aislamiento flexible con baja emisión de humos

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un material de aislamiento térmico y/o acústico que comprende un polímero expandido (mezcla) basado en PVC (cloruro de polivinilo) y/o su(s) copolímero(s) y/o su(s) terpolímero(s), y al menos un polímero orgánico clorado adicional, al proceso para la producción de dicho material y al uso del mismo.

Antecedentes de la invención

10 La resistencia a la llama y la supresión de humos juegan un papel importante para los productos de aislamiento, en especial cuando dichos productos se utilizan en casas, en particular en edificios públicos. Además, el foco en la supresión de humos adquirió todavía más importancia para el material de aislamiento cuando se implementó el ensayo del elemento único de combustión (*single burning item test* - ensayo SBI) y éste se hizo obligatorio dentro de la Unión Europea. Este ensayo clasifica principalmente tres aspectos del comportamiento de combustión: propagación de la llama/desprendimiento de calor, producción de humo y partículas /gotas inflamadas. El ensayo SBI (EN ISO 13823) sustituyó a los antiguos ensayos nacionales para evaluar el comportamiento frente al fuego de los productos de construcción. Con frecuencia, los ensayos nacionales no cubrían la medida de la formación de humo de los productos de construcción (por ejemplo DIN 15 4102, BS 476). En consecuencia, la reducción de la formación de humos de muchos productos de construcción (incluyendo espumas elastoméricas flexibles - *flexible elastomeric foams* (FEF)) no era uno de sus principales focos de desarrollo.

Las espumas elastoméricas flexibles (FEF) se utilizan mucho para el aislamiento térmico y acústico. Estos materiales se basan más o menos exclusivamente en dos cauchos diferentes: caucho de nitrilo-butadieno (*nitrile butadiene rubber* - NBR, frecuentemente mezclado con PVC) o caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM). Las FEF basadas en NBR y NBR/PVC son los polímeros más generalizados como FEF estándar, mientras que el EPDM se utiliza principalmente para aplicaciones que requieren una mayor resistencia a la temperatura, por ejemplo aplicaciones solares. Por desgracia, los productos de FEF basados en cada uno de los cauchos arriba mencionados tienen desventajas significativas en cuanto al comportamiento frente al fuego y/o la formación de humo. Las FEF basadas en EPDM, por ejemplo Kaiflex® EPDM plus (DIN EN 30 13501-1), Aeroflex® KKS (DIN EN 13501-1) o HT/Armaflex® (DIN EN 13501-1: D_L-s3, d0 / D-s3, d0) no alcanzan ni una alta resistencia a la llama ni una baja formación de humo. Algunos productos comerciales basados en NBR, por ejemplo Aeroflex® FIRO (DIN EN 13501-1: B_L-s3, d0 / B-s3, d0) pueden alcanzar una alta resistencia a la llama (clase B), pero sólo llegan a una 35 clasificación s3 en cuanto a la formación de humo (la peor clasificación).

Ya se han realizado varios intentos de mejorar la formación de humo de las espumas elastoméricas flexibles (FEF). La mayor parte de los métodos se centran en revestir el aislamiento o en modificar las fórmulas de los materiales actuales basados en NBR.

El documento EP2345535 reivindica un sistema de revestimiento que comprende una capa de 40 lámina metálica y una capa de fibra de vidrio o dos capas de fibras de vidrio para revestir FEF comunes con el fin de alcanzar la mejor clasificación posible para productos basados en materiales orgánicos (DIN EN 13501-1: B-s1, d0). Otro método es utilizar una lámina intumesciente y una capa de tejido sobre una FEF, pero este sistema sólo llega a una clasificación "B-s2, d0" para láminas (láminas Kaiflex® KKplus s2). Además, la FEF debajo de este revestimiento también 45 debe tener un alto nivel de resistencia a la llama.

Aparte de eso, en general estos revestimientos presentan varias desventajas: son difíciles de cortar y menos flexibles en comparación con las espumas FEF sin revestimiento, lo que conduce a dificultades y retrasos durante la instalación. Además, es incluso más difícil cerrar las juntas lo suficiente para impedir que se abran en caso de incendio. De lo contrario, el revestimiento no puede evitar con seguridad durante un período de tiempo suficiente que la FEF desprenda grandes cantidades de humo.

La modificación de la fórmula de los materiales actuales basados en NBR es otro método para reducir la formación de humo de las FEF. Por desgracia, estos productos sólo logran una mejora de la clasificación de tubos de "B_L-s3, d0" a "B_L-s2, d0", y las láminas no mejoran, sólo llegan (sin un revestimiento adicional) a una clasificación "B-s3, d0" (por ejemplo K-Flex® ST, Kaiflex® KKplus). Además, con frecuencia, estos niveles de retardo de la llama se logran utilizando grandes cantidades de retardantes de la llama bromados. Estos retardantes de la llama son críticos en cuanto a su impacto medioambiental y por ello ya están parcialmente prohibidos. Por otro lado, estos retardantes de la llama producen grandes cantidades de humo negro, lo que hace imposible reducir más la formación de humo dentro de estos compuestos. Además, el NBR genera cianuro de hidrógeno en caso de incendio.

La US 4082876 A describe un material polimérico expandido y un método para estampar una composición espumada sin blanquear ni agrietar la superficie mediante la adición de azufre y caucho sintético a una preparación de resina de cloruro de vinilo, utilizándose por ejemplo un caucho de acrilonitrilo-butadieno (NBR).

La US 4692475 describe una composición polimérica expandible que comprende al menos un polímero y/o monómero o correactivo expandible y una cantidad efectiva de una composición de agente de hinchamiento, por ejemplo un caucho de acrilonitrilo-butadieno (NBR) y cloruro de polivinilo (PVC) utilizados en una relación en peso de 50 pcc:50 pcc.

Además de estos métodos, la EP2261305 reivindica un material elastomérico expandido que comprende al menos un 50% en peso (50 por ciento en peso) de policloropreno (CR) basado en el contenido total de polímeros. Este material alcanza una clasificación "B-s2, d0" para láminas y una clasificación "B_L-s1, d0" para tubos sin revestimiento adicional (Armaflex® Ultima).

En lo que respecta al comportamiento al fuego y la formación de humo, este material debería ser el producto preferido, pero debido a la mayor conductividad térmica (de acuerdo con EN 12667) en comparación con las FEF basadas en NBR arriba mencionadas (Armaflex® Ultima: $\leq 0,040$ W/m²*K a 0°C; AF/Armaflex®: $\leq 0,033$ W/m²*K a 0°C), la menor resistencia de transmisión de vapor de agua (valor WVT (*water vapour transmission*) de acuerdo con EN 12086: Armaflex® Ultima: ≥ 7.000 ; AF/Armaflex® ≥ 10.000) y los mayores costes (entre otras cosas debido a mayores densidades), el campo de aplicación está limitado.

Sumario de la invención

Por consiguiente, un objeto principal de la presente invención es proporcionar una FEF que no presente las desventajas arriba mencionadas, es decir, que combine una baja conductividad térmica ($\leq 0,037$ W/m²*K a 0°C) con una alta resistencia a la llama y baja formación de humo para tubos y/o láminas (B_L-s2, d0 / B-s2, d0 de acuerdo con EN ISO 13823), por un coste y con unas densidades comparables a las FEF basadas en NBR arriba mencionadas sin utilizar retardantes de la llama bromados.

Para resolver los problemas arriba mencionados, la presente invención proporciona un material polimérico expandido tal como se describe en la reivindicación 1. En las reivindicaciones 2 a 13 se indican realizaciones preferentes.

5 Sorprendentemente se ha comprobado que es posible obtener dicho material de FEF versátil expandiendo y reticulando una mezcla polimérica de, por un lado, al menos 55 pcc (partes por cien de caucho), preferentemente al menos 65 pcc de cloruro de polivinilo (PVC) y/o copolímero de cloruro de vinilo (PVC) y/o terpolímero de cloruro de vinilo (PVC) y, por otro lado, al menos 15 pcc, preferentemente al menos 25 pcc de al menos un polímero orgánico clorado adicional que se puede reticular con azufre y/o óxidos metálicos y/o tiadiazoles.

10 El uso de copolímero de PVC o terpolímero de PVC puede mejorar la flexibilidad y en consecuencia la procesabilidad del material, en especial cuando se utiliza terpolímero de PVC/EVA. Debido a la mayor cantidad de cloro dentro del PVC en comparación con el CPE (*chlorinated polyethylene* - polietileno clorado), para lograr los niveles exigidos de retardo de la llama y baja formación de humo se requiere menos o incluso no se requiere retardante de la llama adicional (en especial bromado o basado en boro).

La sigla "pcc" (partes por ciento de caucho) en el contexto de la presente invención describe la cantidad total de todos los polímeros, sin limitarse a los cauchos.

15 Preferentemente, el copolímero de cloruro de vinilo y/o el terpolímero de cloruro de vinilo comprenden grupos de acetato o acrilato.

Preferentemente, el terpolímero de cloruro de vinilo es un terpolímero de cloruro de vinilo-etileno-acetato de vinilo (terpolímero PVC/EVA).

20 El polímero clorado adicional preferentemente es policloropreno (CR) y/o polietileno clorosulfonado (CSM) y/o caucho de clorobutilo (CIIR), preferentemente policloropreno (CR) debido al mayor nivel de cloro y el mejor equilibrio entre coste, procesabilidad y propiedades técnicas.

25 El material reivindicado comprende además al menos un material de carga y puede comprender adicionalmente al menos un plastificante, al menos un sistema reticulante y al menos un agente de hinchamiento químico. Además, el material puede comprender retardantes de la llama adicionales y aditivos para satisfacer demandas y regulaciones especiales definidas por el área de aplicación.

30 Todas las cantidades relativas al material reivindicado se refieren a un total de 100 pcc de contenido de polímero. La cantidad total también comprende siempre las 100 pcc del polímero arriba mencionadas. Las cantidades totales de todos los ingredientes suman al menos 300 pcc, preferentemente al menos 400 pcc, pero menos de 1.000 pcc, preferentemente menos de 850 pcc, de forma especialmente preferente menos de 700 pcc. Dicho de otro modo, el contenido de polímero en relación con la cantidad total de todos los ingredientes es $\leq 33,3\%$ en peso (por ciento en peso), preferentemente $\leq 25,0\%$ en peso, pero $> 10,0\%$ en peso, preferentemente $> 11,8\%$ en peso, de forma especialmente preferente $> 14,3\%$ en peso (los porcentajes indicados están redondeados a la primera cifra decimal). Un contenido mayor de polímero conduce a un peor comportamiento al fuego, mientras que un contenido menor de polímero conduce a un material de mayor densidad y a peores propiedades mecánicas y de aislamiento.

40 El contenido de polímero puede incluir al menos 3 pcc, preferentemente al menos 5 pcc de polibutadieno (caucho de butadieno, *butadiene rubber* BR) para mejorar la procesabilidad y la velocidad de endurecimiento. El uso de BR mejorará la estanqueidad al gas en la primera etapa de vulcanización y en especial la expansión debido a su alta velocidad de endurecimiento. Además, ayuda a utilizar grandes cantidades de PVC y/o su(s) copolímero(s) y/o terpolímero(s) durante un proceso de vulcanización y expansión continuas sin contrapresión. Por la misma razón, 45 el uso de BR puede reducir la densidad del material reivindicado. Adicionalmente, el contenido de polímero del material reivindicado puede incluir cualquier tipo de polímero, por ejemplo (pero no exclusivamente) ACM/AEM, AU/EU, BR, BIIR, CIIR, (G)(E)CO, EPM/EPDM, EVM, SBR, (H)NBR,

FKM/F(E)PM, GPO, IR, IIR, (V)MQ, NR, T, PE, PP, PET, PBT, PC, PS, PA, PU, PTFE, PMMA, etc.

5 Para asegurar suficiente resistencia al fuego y reducir la formación de humo, el uso de polímeros no halogenados se debería limitar a menos de 30 pcc, preferentemente menos de 20 pcc, de forma especialmente preferente menos de 10 pcc. La cantidad viable de polímeros no halogenados depende del comportamiento al fuego y la formación de humo requeridos y de las dimensiones y densidades requeridas del material, debido al impacto en la carga de fuego.

10 El material reivindicado comprende además al menos 80 pcc, preferentemente al menos 120 pcc, de forma especialmente preferente al menos 160 pcc de material de carga inorgánico, preferentemente de naturaleza de calcógeno-metálica y/o metaloide (es decir, compuesto de oxígeno, azufre). El material de carga inorgánico puede ser un compuesto de aluminio, como silicatos de aluminio, óxidos, hidróxidos, etc., por ejemplo ATH (hidróxido de aluminio), y/o un compuesto basado en silicio, como silicatos, cuarzo, zeolitas, etc., o basado correspondientemente en minerales, por ejemplo yeso, arcilla, huntita, hidromagnesita, perlita, 15 vermiculita, creta, pizarra, grafito, talco/mica, etc., o cualquier mezcla de éstos. Son preferentes los materiales de carga inorgánicos que enfrían el fuego mediante la liberación de agua a temperaturas por encima de 180°C, o diluyen o inhiben el suministro de oxígeno de la llama mediante la liberación de dióxido de carbono, monóxido de carbono, etc., a temperaturas por encima de 180°C. Son especialmente preferentes el hidróxido de aluminio (ATH), el hidróxido de 20 magnesio, la huntita y la hidromagnesita debido al alto nivel de liberación de agua. Además, estos materiales no aumentan la formación de humo.

El material reivindicado puede comprender al menos 15 pcc, preferentemente al menos 30 pcc, de forma especialmente preferente al menos 50 pcc (en relación con el contenido de polímero) de al menos un plastificante. Los plastificantes deben tener un impacto positivo en el retardo de la llama y la supresión de humos. Por tanto, los plastificantes preferentes son plastificantes de fosfato o 25 plastificantes clorados, o mezclas de los mismos. Los plastificantes clorados preferentemente son parafinas cloradas y/o gliceras sustituidas con ácido graso clorado y/o alfaolefinas cloradas con un contenido en cloro de al menos un 20% en peso con respecto al peso del plastificante clorado, preferentemente al menos un 30% en peso, de forma especialmente preferente al menos un 45% 30 en peso, de acuerdo con DIN 53474, de forma especialmente preferente son plastificantes clorados de cadena larga de $C > 17$.

Estos materiales de cadena larga altamente clorados tienen el mayor impacto de retardo del fuego y, a diferencia de los plastificantes clorados de cadena corta o media, no son persistentes, bioacumulativos ni tóxicos. Además, estos plastificantes siguen siendo líquidos a temperatura ambiente (19 - 23°C) y, por tanto, reducen la viscosidad incluso a bajas temperaturas de 35 procesamiento (< 80°C). Además, estos plastificantes tienen considerablemente menos impacto negativo en la formación de humo en comparación con los retardantes de la llama bromados.

Los plastificantes de fosfato pueden ser ésteres de ácido fosfórico alifáticos, cloroalifáticos o aromáticos o cualquier combinación de éstos. Son preferibles los ésteres de ácido fosfórico con un alto contenido en fósforo y una baja formación de humo; siendo especialmente preferente el fosfato de difenil-2-etilhexilo (DPO) debido a su formación marginal de humo, baja viscosidad y 40 resistencia a las bajas temperaturas.

El material reivindicado puede incluir al menos un agente sinérgico para los plastificantes/polímeros que contiene halógeno o los retardantes de la llama halogenados (si están 45 presentes). Un agente sinérgico aumenta la eficacia de los retardantes de la llama en la reacción al fuego en términos de supresión de humos y/o desprendimiento de calor. Dependiendo del nivel deseado de retardo del fuego, únicamente las combinaciones de un agente sinérgico y retardantes del fuego convencionales permiten obtener los resultados deseados. Agentes sinérgicos

- preferentes son materiales basados en antimonio (Sb), zinc (Zn), molibdeno (Mo), estaño (Sn), tungsteno (W), bismuto (Bi), arsénico (As), vanadio (V) y/o circonio (Zr), por ejemplo trióxido de antimonio, pentóxido de antimonio, estannato de zinc, hidroxiestannato de zinc, borato de zinc, hidroxiborato de zinc, molibdato de zinc, óxido de molibdeno, octamolibdato de amonio, óxido de estaño, óxido de tungsteno, óxido de bismuto, oxiclورو de bismuto, trióxido de arsénico, pentóxido de arsénico, óxido de vanadio, óxido de circonio, etc., siendo especialmente preferentes el trióxido de antimonio y el borato de zinc. Dentro del material reivindicado, el mejor equilibrio de supresión de humos y retardo de la llama se puede lograr en cantidades por debajo de 10 pcc, preferentemente por debajo de 6 pcc, de forma especialmente preferente por debajo de 4 pcc.
- 5 El material reivindicado puede comprender además al menos un sistema reticulante, por ejemplo peróxidos, cianurato de trialilo, isocianurato de trialilo, fenilmaleimida, tiadiazoles, amida de ácido graso, agentes de hidrosililación, activadores de radiación (para el endurecimiento por radiación o UV), sistemas de azufre, bisfenoles, óxidos metálicos, etc. Son preferentes los sistemas reticulantes basados en azufre y/u óxido metálico y/o tiadiazol.
- 10 El material reivindicado puede comprender además al menos un agente de hinchamiento químico (por ejemplo un agente que desprende dióxido de carbono, nitrógeno u oxígeno) seleccionado entre las clases de agentes de hinchamiento orgánicos y/o inorgánicos. Son preferentes los agentes de hinchamiento orgánicos de tipo nitroso, tipo azo y/o tipo hidrazida aromática, de forma especialmente preferente agentes de hinchamiento de tipo azo como azodicarbonamida.
- 15 El material reivindicado puede comprender además al menos 10 pcc, preferentemente al menos 20 pcc, de forma especialmente preferente al menos 30 pcc de retardantes de la llama, preferiblemente retardantes de la llama clorados, siendo especialmente preferentes parafinas cloradas de cadena larga ($C > 17$) que son sólidas a temperatura ambiente ($19 - 23^{\circ}\text{C}$) y que tienen un contenido en cloro de al menos un 60% con respecto al peso del retardante de la llama clorado (de acuerdo con DIN 53474) y/o decloranos (compuestos cicloalifáticos clorados) como Dechlorane A (Dechlorane Plus®), Dechlorane 602 y/o Dechlorane 603. Mientras que se aumenta la cantidad de retardantes de la llama clorados dentro del material, la cantidad de agentes sinérgicos se puede reducir, conduciendo a un material con la misma resistencia a la llama y una menor emisión de humos.
- 20 El material reivindicado puede comprender además al menos un sistema estabilizador de calor y/o de reversión. Los estabilizadores se pueden elegir entre las clases de negros de carbón, óxidos metálicos (por ejemplo óxido de hierro) e hidróxidos metálicos (por ejemplo óxido de magnesio), complejos orgánicos metálicos, limpiadores de radicales (por ejemplo derivados de tocoferol), silicatos complejos (por ejemplo perlita, vermiculita) y combinaciones de los mismos.
- 25 El material reivindicado puede comprender además ingredientes tales como biocidas, estabilizadores (por ejemplo contra UV, ozono, reversión, etc.), colorantes, etc., de cualquier tipo y en cualquier proporción, incluyendo aditivos para mejorar su producción, aplicación y rendimiento, como inhibidores, retardantes, aceleradores, etc. El material reivindicado puede comprender además aditivos para carbonización y/o aditivos intumescientes, como grafito expandido, para fines de protección general y/o para cerrar y proteger por ejemplo penetraciones de paredes y mamparos. Además, el material reivindicado puede incluir sustancias que conducen a un efecto de autoceramificación en caso de incendio, como compuestos que contienen silicio y/o promotores de adhesión internos para asegurar propiedades autoadhesivas en aplicaciones de coextrusión y colaminación, como ésteres de silicato, silanos funcionales, polioles, etc.
- 30 El material reivindicado se puede mezclar mediante métodos estándar muy extendidos en la industria del caucho, por ejemplo en una mezcladora (Banbury®), una extrusora de husillo simple o doble o en un molino. No es necesario ningún equipo especializado para lograr una dispersión suficiente. La conformación del material reivindicado se puede llevar a cabo en extrusoras,
- 35
- 40
- 45

prensas, calandrias, etc. Son preferibles las extrusoras debido a las posibilidades de conformar fácilmente láminas y tubos y de expandirlo continuamente dentro de un horno de aire caliente, horno de microondas, baño de sal, etc. Son preferibles los hornos de aire caliente y de microondas, entre otros motivos porque no se requiere ningún paso de limpieza adicional.

- 5 El material reivindicado se puede expandir y reticular hasta una densidad inferior a 80 kg/m^3 , preferentemente inferior a 60 kg/m^3 , de forma especialmente preferente inferior a 50 kg/m^3 , de acuerdo con DIN EN ISO 845. Son preferibles densidades por debajo de 70 kg/m^3 y en particular por debajo de 50 kg/m^3 , ya que conducen a una menor conductividad térmica.

- 10 El material reivindicado proporciona altos valores de transmisión de vapor de agua (WVT), ≥ 7.000 o incluso ≥ 10.000 de acuerdo con EN 13469 / EN 12086. Gracias a ello es posible una aplicación a bajas temperaturas ($< 0^\circ\text{C}$), ya que el objeto a aislar está bien protegido contra corrosión bajo aislamiento (CBA) por condensación de humedad. Los altos valores WVT se deben, entre otras razones, a una alta proporción de células cerradas, determinada por una absorción de agua en vacío $< 10,0\%$, preferentemente $< 5,0\%$, de forma especialmente preferente $< 2,5\%$, de acuerdo con ASTM D 1056.

- 15 Una ventaja principal del material reivindicado es su idoneidad para aplicaciones donde se requiere una baja propagación de la llama y una baja generación de humo. El material reivindicado puede obtener una clasificación B-s2, d0 / B_L-s2, d0 fiable de acuerdo con DIN EN 13501-1 / EN ISO 13823 (prueba SBI) y logra al menos una clasificación 25/50 fiable de acuerdo con CAN ULC S 102 / ASTM E84.

Una ventaja del material reivindicado es que puede obtener estas clasificaciones sin el uso de retardantes de la llama adicionales, en especial retardantes de la llama bromados o que contienen boro, todavía muy extendidos y corrientes en la industria. El material reivindicado tampoco requiere ninguna cubierta, revestimiento o similar adicionales para lograr estas clasificaciones.

- 25 Otra ventaja del material reivindicado es la posibilidad de utilizar grandes cantidades de PVC y/o su(s) copolímero(s) y/o terpolímero(s), que están disponibles en grandes cantidades a bajo coste y mejoran el retardo de la llama y la supresión de humos, aunque el PVC normalmente es conocido como un material que produce grandes cantidades de humo negro.

- 30 Una ventaja del material reivindicado es que el alto nivel de PVC no reticulado y/o su(s) copolímero(s) y/o terpolímero(s) previene la formación de ampollas y fisuras en el material debido a una relación inapropiada entre expansión y vulcanización. Los niveles reivindicados de polímeros no reticulados y polímeros reticulados arriba mencionados (el polímero orgánico clorado adicional) toleran más o menos una separación de vulcanización y expansión incluso en procesos de fabricación sin contrapresión. Esto significa que el material reivindicado se puede vulcanizar en un primer paso y después expandir en un segundo paso.

- 35 Otra ventaja del material reivindicado es el amplio espectro de resistencia (a la compresión) y flexibilidad a la que puede ajustarse el material reivindicado, dependiendo -por un lado- del nivel y la relación entre plastificantes y PVC (incluyendo sus homopolímeros y terpolímeros) y -por otro lado- de la relación entre el PVC y sus homopolímeros y/o terpolímeros. Si se utilizan altos niveles de PVC y bajos niveles de copolímeros de PVC, terpolímeros de PVC y plastificantes, se puede lograr una alta resistencia y rigidez. Un material de este tipo es favorable para aplicaciones como sistemas multicapa, aislamientos enterrados o aislamientos encerrados en hormigón, soleras o similares. Si se utilizan altos niveles de, terpolímero(s) de PVC y/o copolímero(s) de PVC y/o plastificantes y bajos niveles de PVC se puede obtener una alta flexibilidad. Los materiales de este tipo son preferibles para aplicaciones que requieren una alta flexibilidad, como aislamiento en edificios privados y públicos, donde la mayor parte del aislamiento se utiliza o aplica en tuberías, codos, conductos, etc.

Otra ventaja del material reivindicado es que permite un fácil montaje con las clasificaciones en función del comportamiento frente al fuego requeridas debido a su alta flexibilidad y sistema monocapa en comparación con las soluciones arriba mencionadas con revestimientos adicionales, que además requieren un manejo especial de las juntas.

- 5 Una ventaja principal del material reivindicado es la excelente idoneidad del material para el aislamiento térmico y acústico. El material alcanza una conductividad térmica $\leq 0,037 \text{ W/m}^2\text{K}$ a 0°C (de acuerdo con DIN EN 12667 / DIN EN ISO 8497) y densidades por debajo de 63 kg/m^3 (de acuerdo con DIN EN ISO 845).

- 10 Una ventaja principal en comparación con las FEF basadas en NBR/PVC es la mejor resistencia a la intemperie y el ozono, lo que posibilita el uso del material reivindicado para aplicaciones en exteriores sin ninguna cubierta protectora adicional.

- 15 Una ventaja destacada del material reivindicado es que la viscosidad disminuye de forma significativa durante la vulcanización/expansión debido al ablandamiento del PVC y/o sus copolímeros y/o terpolímeros, que por tanto absorbe la energía térmica liberada por el proceso de expansión exotérmica. Esto conduce a un proceso de fabricación muy estable, resistente y robusto y evita la reversión del caucho vulcanizado.

- 20 Otra ventaja del material reivindicado es su versatilidad en relación con el equipo de producción. Se puede producir de forma económica en un proceso continuo, por ejemplo por extrusión, colaminación o coextrusión directa. El material también se puede laminar, moldear, comoldear, sobremoldear, soldar, etc. directamente como un sistema monocapa o multicapa y, por tanto, se puede aplicar en una conformación sin restricciones sobre diversas superficies en las industrias del automóvil, el transporte, aeronáutica, de la edificación y construcción, marina y *off-shore*, el mueble, la ingeniería mecánica y muchas otras industrias, incluso mediante termomoldeo u otros métodos de conformación. El material reivindicado se puede producir en particular en forma de
25 tubos y láminas en un proceso continuo con diversos espesores de pared y diámetros interiores. Los espesores de pared más adecuados oscilan entre 3 y 100 mm. Los espesores de pared de más de 100 mm tienen a presentar algunas desventajas en relación con sus propiedades técnicas. La mayor parte de las FEF actualmente disponibles solo están disponibles en espesores hasta 50 mm o tienen desventajas considerables en relación con su clasificación en función del
30 comportamiento frente al fuego (por ejemplo Kaiflex® 60/80/100, clasificación en función del comportamiento frente al fuego de acuerdo con DIN EN 13501-1: E).

Otra ventaja del material reivindicado es su alta resistencia frente a los ácidos, aceites, lubricantes y agua de mar.

- 35 Otra ventaja del material reivindicado es que no requiere ningún plastificante cuestionable, como plastificantes de ftalato, parafinas cloradas de cadena corta o media ($C < 18$), que presuntamente son, por ejemplo, persistentes, bioacumulativos, tóxicos, etc.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos y ejemplos comparativos se produjeron en un proceso de producción en tres pasos: mezcla de los compuestos, proceso de extrusión y expansión y reticulación.

- 40 Los compuestos se mezclaron en una mezcladora de carga interior (mezcladora Banbury®) con un tiempo de mezcla media de 10 minutos y una temperatura de descarga media de 140°C . Los compuestos se homogeneizaron adicionalmente en un molino de cilindros y el agente de hinchamiento y el sistema reticulante se añadieron al molino de cilindros después de enfriar el compuesto por debajo de 90°C .

5 La extrusión se llevó a cabo en una extrusora de vacío de husillo simple alimentada por tira, con lo que se obtuvieron láminas y tubos no expandidos y no vulcanizados. Éstos se reticularon y expandieron después en una cascada de 5 hornos de aire caliente para obtener láminas con un espesor de pared de 25 mm y tubos con un espesor de pared de 25 mm y un diámetro interior 22 mm. La Tabla 1 indica las materias primas utilizadas para los compuestos. La Tabla 2 muestra una visión de conjunto de todos los materiales ensayados. La Tabla 3 muestra las composiciones de los ejemplos innovadores (compuestos) sin aditivos ni agentes reticulantes (designados como "aditivos").

Tabla 1: Materias primas

Nombre Químico	Nombre Comercial	Proveedor
Cloruro de polivinilo (PVC)	Vinnolit [®] S3265	Vinnolit, Alemania
Terpolímero de cloruro de vinilo-etileno-acetato de vinilo (terpolímero PVC/EVA)	Vinyl Resin LC13-1	Shexian Sinfeng Chem.Co.Ltd, China
Copolímero de cloruro de vinilo-acetato de vinilo (copolímero PVC/VA)	Kanevinyl [™] MB1008	Kaneka Corporation, Japón
Policloropreno (CR)	Neoprene [®] WM-1	DuPont [®] , EEUU
Polietileno clorosulfonado (CSM)	TOSO-C5M [®] TS-430	Tosoh Corporation, Japón
Caucho de clorobutilo (CIIR)	Exxon [™] Chlorobutyl 1066	ExxonMobil Corporation, EEUU
Caucho de butadieno (BR)	Buna [®] CB 24 F	Lanxess, Alemania
Cloroparafina (CP)	Cereclor [®] 46	Ineos [®] Chlor Ltd., Suiza
Fosfato de difenil-2-etilhexilo (DPO)	Disflamoll [®] DPO	Lanxess, Alemania
Negro de carbón (CB)	Corax [®] N550	Evonik Industries, Alemania
Hidróxido de aluminio (ATH)	AluMill [®] F280	Europe Minerals, Holanda
Mezcla de huntita / hidromagnesita (HH)	Securoc [®] C10	Ankerport, Holanda
Trióxido de antimonio (ATX)	Triox [®]	Produits Chimiques de Lucette, Francia
Borato de zinc (ZB)	Firebrake [®] ZB	Borax, EEUU
Azodicarbonamida (ADC)	Unicell [®] D 300 K	Tramaco, Alemania
Retardantes de la llama clorado (CF)	CP 70 XF	Everkem, Italia

10

La Tabla 2 muestra una visión de conjunto de los materiales ensayados y sus composiciones básicas. Todos los materiales estaban disponibles en forma de láminas con un espesor de pared de 25 mm y tubos con un espesor de pared de 25 mm y un diámetro interior de 22 mm. Los

materiales marcados con "*" son ejemplos comparativos. Los otros materiales son ejemplos de la invención.

Tabla 2: Ejemplos comparativos y de la invención

Nº	Nombre	Polímero	Retardantes de la llama	Diversos
1*	Kaiflex® EPDM plus	EPDM	bromado	
2*	Aeroflex® FIRO	NBR/PVC	bromado	
3*	K-Flex® ST	NBR/PVC	bromado	
4*	Kaiflex® KKplus s2 sheet	NBR/PVC	bromado	Capa adicional encima
5*	Armaflex® Ultima	CR	clorado	
6*		CR/PVC	ninguno	
7		PVC / CR	ninguno	
8		PVC/CR/BR	clorado	
9		PVC/EVA terpolímero / CR/BR	ninguno	
10		PVC/EVA terpolímero / CR/BR	clorado	
11		PVC/VA copolímero / CSM/CIIR/BR	ninguno	

5 Tabla 3: Composición de los ejemplos de la invención y el ejemplo comparativo 6

	6*	7	8	9	10	11
Cloruro de polivinilo (PVC)	48,0	60,0	70,0			
Terpolímero de cloruro de vinilo-etileno-acetato de vinilo (terpolímero PVC/EVA)				67,0	65,0	
Copolímero de cloruro de vinilo-acetato de vinilo (copolímero PVC/VA)						65,0
Policloropreno (CR)	52,0	40,0	25,0	30,0	25,0	
Polietileno clorosulfonado (CSM)						15,0
Caucho de clorobutilo (CIIR)						12,0
Caucho de butadieno (BR)			5,0	3,0	10,0	8,0
Cloroparafina (CP)	30,0	50,0	55,0	45,0	52,0	50,0
Fosfato de difenil-2-etilhexilo (DPO)	5,0		7,0	3,0	5,0	6,0

	6*	7	8	9	10	11
Negro de carbón (CB)	10,0	8,0	20,0	20,0	15,0	15,0
Hidróxido de aluminio (ATH)	120,0	130,0	100,0	110,0	150,0	167,0
Mezcla de huntita / hidromagnesita (HH)	30,0	40,0	70,0	90,0	40,0	
Trióxido de antimonio (ATX)	5,0	3,0	4,0	2,0	1,5	2,0
Borato de zinc (ZB)		2,5		3,0	2,0	6,5
Azodicarbonamida (ADC)	35,0	42,0	43,0	45,0	48,0	41,0
Retardante de la llama clorado (CF)			20,0		30,0	
Aditivos (AD)	20,0	22,0	19,0	24,0	30,0	17,0
	Σ 355,0	397,5	438,0	442,0	473,5	404,5

La Tabla 4 presenta los resultados de los ensayos de inflamabilidad de todos los ejemplos de la invención y comparativos. El SBI se realizó tanto en tubos como en láminas (excepto en el ejemplo comparativo 4, que solo está disponible como un material en lámina), el ensayo ASTM E84 se realizó solo en láminas. La Tabla 5 presenta los resultados de ensayo de las densidades (de acuerdo con DIN EN ISO 845), las conductividades térmicas (de acuerdo con DIN EN 12667) y los valores de transmisión de vapor de agua (WVT, de acuerdo con EN 12086) de todos los ejemplos (limitados a láminas).

Tabla 4: Resultados de los ensayos de inflamabilidad de todos los ejemplos

Material	SBI (EN 13823)		ASTM E 84
	láminas	tubos	láminas
1*	E	E	65/380
2*	B-s3, d0	B _L -s3, d0	20/320
3*	B-s3, d0	B _L -s2, d0	15/380
4*	B-s2, d0	---	20/80
5*	B-s2, d0	B _L -s1, d0	5/30
6*	C-s3, d0	B _L -s3, d0	25/190
7	B-s3, d0	B _L -s2, d0	18/60
8	B-s2, d0	B _L -s2, d0	20/50
9	C-s2, d0	B _L -s2, d0	23/40
10	B-s2, d0	B _L -s1, d0	15/30
11	B-s2, d0	B _L -s2, d0	20/25

Tabla 5: Densidad, conductividad térmica y WVT de todos los ejemplos

Material	Densidad	Conductividad térmica	WVT
	[kg/m ³]	[W/(m*K)]	
1*	68,0	0,038	4500
2*	52,0	0,033	10000
3*	50,5	0,033	10000
4*	73,0	0,033	10000
5*	70,0	0,040	7000
6*	72,0	0,041	5000
7	62,0	0,037	7000
8	53,0	0,035	9000
9	47,0	0,033	12000
10	49,0	0,034	14000
11	55,0	0,035	10000

REIVINDICACIONES

1. Material polimérico expandido obtenido a partir de un material polimérico expandible que consiste en al menos 300 pcc, preferentemente al menos 400 pcc, pero menos de 1000 pcc, preferentemente menos de 850 pcc, de forma especialmente preferente menos de 700 pcc de ingredientes en total, que comprende un total de 100 pcc de al menos dos polímeros, de los cuales
- 5
- 1) al menos 55 pcc, preferentemente al menos 65 pcc, son cloruro de polivinilo (PVC) o copolímero de cloruro de vinilo o terpolímero de cloruro de vinilo o una mezcla de los mismos, y
- 10 2) al menos 15 pcc, preferentemente al menos 25 pcc, son al menos un polímero orgánico clorado adicional,
- y al menos 80 pcc, preferentemente al menos 120 pcc, de forma especialmente preferente al menos 160 pcc, de al menos un material de carga inorgánico,
- 15 estando reticulados el o los polímeros orgánicos clorados adicionales con azufre y/u óxidos metálicos y/o tiadiazoles.
2. Material según la reivindicación 1, caracterizado porque el copolímero de cloruro de vinilo y/o el terpolímero de cloruro de vinilo comprende grupos acetato o acrilato.
3. Material según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el terpolímero de cloruro de vinilo es un terpolímero de cloruro de vinilo-etileno-acetato de vinilo (terpolímero PVC/EVA).
- 20 4. Material según la reivindicación 1, caracterizado porque el polímero orgánico clorado adicional es policloropreno (CR) y/o polietileno clorosulfonado (CSM) y/o caucho de clorobutilo (CIIR), preferentemente policloropreno (CR).
5. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque comprende al menos 3 pcc, preferentemente al menos 5 pcc de polibutadieno.
- 25 6. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque comprende al menos un plastificante que está presente en la formulación en una cantidad de al menos 15 pcc, preferentemente al menos 30 pcc, de forma especialmente preferente al menos 50 pcc.
7. Material según la reivindicación 6, caracterizado porque al menos un plastificante es un plastificante clorado, como parafina clorada y/o glicerina sustituida por ácido graso clorado y/o alfa-olefina clorada, preferentemente un plastificante clorado que tiene un contenido en cloro de al menos un 20% en peso, preferentemente al menos un 30% en peso, de forma especialmente preferente al menos un 45% en peso, con respecto al peso del plastificante clorado, de acuerdo con DIN 53474, de forma especialmente preferente un plastificante clorado de cadena larga con una longitud de cadena mínima de $C > 17$.
- 30 8. Material según la reivindicación 6, caracterizado porque al menos un plastificante es un plastificante de fosfato, preferentemente un éster de ácido fosfórico, de forma especialmente preferente fosfato de difenil-2-etilhexilo (DPO).
- 35 9. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque comprende al menos 10 pcc, preferentemente al menos 20 pcc, de forma especialmente preferente al menos 30 pcc, de al menos un retardante de la llama clorado, preferentemente una parafina clorada de cadena larga que es sólida a temperatura ambiente, es decir, entre 19 y 23°C, y que tiene un contenido en cloro de al menos un 60% con respecto al peso del retardante de la llama clorado, de acuerdo con DIN 53474.
- 40

- 5
10. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque el material de carga inorgánico es de naturaleza de calcógeno-metálica y/o metaloide, siendo preferentes los materiales de carga inorgánicos que liberan agua y/o dióxido de carbono y/o monóxido de carbono a temperaturas por encima de 180°C, y siendo especialmente preferentes hidróxido de aluminio, hidróxido de magnesio, huntita y/o hidromagnesita.
11. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque comprende al menos un agente sinérgico para los retardantes de la llama clorados y/o los plastificantes clorados y/o los polímeros clorados, preferentemente trióxido de antimonio o borato de zinc o una mezcla de los mismos.
- 10 12. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque se expande hasta una densidad inferior a 80 kg/m³, preferentemente inferior a 60 kg/m³, de forma especialmente preferente inferior a 50 kg/m³, de acuerdo con DIN EN ISO 845.
- 15 13. Material según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque tiene una estructura de células cerradas determinada por una absorción de agua en vacío < 10,0%, preferentemente < 5,0%, de forma especialmente preferente < 2,5%, de acuerdo con ASTM D 1056.
- 20 14. Proceso para producir el material según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque el material polimérico se expande por descomposición de un agente de hinchamiento químico, preferentemente de tipo nitroso, de tipo azo y/o de tipo hidrazida aromática, siendo especialmente preferente la azodicarbonamida.
15. Uso de un material según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 para aislamiento térmico y/o acústico.