

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 461 847**

51 Int. Cl.:

B29C 65/48 (2006.01)

B32B 5/32 (2006.01)

C08J 5/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2010 E 10752976 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2014 EP 2480397**

54 Título: **Artículos de espuma polimérica estratificada perforada**

30 Prioridad:

25.09.2009 US 245680 P

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

21.05.2014

73 Titular/es:

**DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
2040 Dow Center
Midland, MI 48674, US**

72 Inventor/es:

**BORGWARDT, ANETT y
GORDON-DUFFY, JOHN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 461 847 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

Artículos de espuma polimérica estratificada perforada

Declaración de referencia cruzada

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud Provisional de U.S. No. 61/245.680, presentada el 25 de Septiembre de 2009, cuyo contenido íntegro se incorpora a la presente memoria por referencia.

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

La presente invención se refiere a artículos de espuma polimérica estratificada y a un procedimiento para preparar el artículo de espuma polimérica estratificada.

10 Descripción de la técnica relacionada

Los artículos de espuma polimérica tienen utilidad como materiales térmicamente aislantes. Los artículos de espuma polimérica sirven como aislamiento térmico en aplicaciones de edificios y construcción, aplicaciones en aparatos y casi cualquier otra aplicación en la que el aislamiento térmico es valioso. El aumento del espesor de los artículos de espuma polimérica tiende a reducir la conductividad térmica (es decir, aumentar la resistencia térmica) a través de los artículos, siendo iguales todas las demás propiedades. Sin embargo, aumentar el espesor de espuma no es necesariamente fácil, en particular para artículos de espuma polimérica extrudida.

20 Los procesos de espuma por extrusión expelen una composición polimérica espumable a través de una boquilla formadora de espuma que, en gran medida, controla el tamaño y forma de la resultante espuma polimérica extrudida. A medida que el área de la sección transversal de la abertura de la boquilla formadora de espuma aumenta para permitir la fabricación de artículos de espuma de mayor sección transversal, el proceso de extrusión se hace más difícil de controlar. Por ejemplo, la piel superficial de la espuma comienza a volverse irregular, ya que las presiones se hacen más difíciles de mantener constantes. Por tanto, se hace difícil preparar espuma polimérica extrudida de calidad a medida que aumentan las dimensiones de la sección transversal (incluyendo el espesor) de la espuma polimérica.

25 Una solución para preparar espumas poliméricas extrudidas de calidad de espesor significativo es estratificando múltiples espumas poliméricas extrudidas más delgadas, conjuntamente en forma de capas. El documento EP1734193A1, por ejemplo, describe un apilamiento y pegadura de múltiples espumas poliméricas extrudidas conjuntamente para formar un panel termoaislante grueso. La solicitud de patente de Estados Unidos de número de serie 61/100830 ('830) describe también espumas poliméricas estratificadas juntas para lograr un artículo grueso acústicamente atenuador. Las espumas en '830 se perforan de un extremo a otro antes de la estratificación con el fin de aumentar el flujo de aire a través de la espuma usando agujas que tienen un diámetro de un milímetro o más. Desgraciadamente, estratificar simplemente espumas juntas poliméricas extrudidas de modo eficaz y estético puede ser un reto. Las espumas poliméricas extrudidas tienen normalmente una piel polimérica sobre sus superficies que no son perfectamente planas. Por tanto, puede ser problemático pegar conjuntamente espuma polimérica extrudida que contiene sus pieles puesto que el contacto entre las superficies de espuma puede ser solamente esporádico. Además, pueden existir espacios de aire entre superficies de espuma contiguas si las superficies no son perfectamente planas. Los espacios de aire pueden atraer y retener humedad, que es indeseable para aislamiento térmico.

40 El documento EP1213118B1 describe un avance en la preparación de artículos estratificados de espuma térmicamente aislante, separando primeramente la superficie de la piel de espumas poliméricas contiguas antes de adherirlas conjuntamente. Separando las pieles las superficies de espuma se pueden hacer planas y el vapor se puede transferir entre las espumas con más libertad que si las pieles permanecieran. Sin embargo, separar la piel de las superficies de espuma requiere una etapa de biselado y produce una considerable cantidad de polímero de desecho que debe ser eliminado o reciclado de algún modo.

45 Sería conveniente encontrar una manera de optimizar la adhesión entre espumas poliméricas extrudidas sin tener que separar las pieles de superficies de espuma contiguas, en particular si las resistencias a la tracción del adhesivo en la interfase sobrepasan la de una estructura de espuma unitaria. Incluso más conveniente es si el vapor pudiera transferirse aún entre espumas a través de la interfase de adhesión.

Breve resumen de la invención

50 La presente invención ofrece una solución al problema de optimizar la adhesión entre espumas poliméricas extrudidas sin tener que separar pieles de superficies contiguas, al mismo tiempo que mejorar también la transferencia de vapor entre las espumas y la interfase de adhesión. Sorprendentemente, la presente invención es un resultado de descubrir que la perforación de superficies contiguas de espuma polimérica, usando herramientas de punción que tienen un diámetro menor que un milímetro, no solamente facilita la transferencia de vapor entre las

espumas sino que da como resultado mejor adhesión entre espumas poliméricas estratificadas que si las superficies contiguas estuviesen perforadas con herramientas de punción de mayor diámetro. Aún más sorprendente es el descubrimiento de que las perforaciones que tienen un diámetro menor que un milímetro, no solo dan como resultado resistencias a la tracción que superan a las de perforaciones de mayor diámetro, sino que pueden alcanzar resistencias a la tracción mayores que las de una estructura de espuma unitaria. Esto es sorprendente porque un artesano esperaría que perforaciones de mayor diámetro ofrezcan mayores cavidades para que el adhesivo penetre para potenciar la unión mecánica entre superficies. Sorprendentemente, las perforaciones de mayor diámetro dan como resultado una menor resistencia a la tracción del adhesivo entre espumas estratificadas.

En un primer aspecto, la presente invención es un artículo de espuma polimérica que comprende al menos dos espumas de polímero termoplástico en orientación laminar, teniendo cada una de las espumas de polímero termoplástico: (a) una superficie contigua que contiene una piel polimérica; (b) una dimensión de espesor perpendicular a la superficie contigua; (c) perforaciones que son menores que un milímetro de diámetro que penetran a través de la superficie contigua a una profundidad menor que la dimensión de espesor de la espuma; en donde la superficie contigua de una espuma de polímero termoplástico es adyacente y está adherida a la superficie contigua de otra espuma de polímero termoplástico con un adhesivo, fijando de este modo las espumas de polímero termoplástico entre sí.

En un segundo aspecto, la presente invención es un procedimiento para preparar el artículo de espuma polimérica del primer aspecto, procedimiento que comprende: (a) proporcionar al menos dos espumas de polímero termoplástico teniendo cada una de ellas una superficie contigua que contiene una piel polimérica, una dimensión de espesor perpendicular a la superficie contigua, y perforaciones que son menores que un milímetro de diámetro que penetran a través de la superficie contigua a una profundidad menor que el espesor de la espuma; (b) aplicar adhesivo a al menos una superficie contigua; (c) colocar dos espumas de polímero termoplástico en orientación laminar de manera que la superficie contigua de una espuma de polímero termoplástico es adyacente a una superficie contigua de otra espuma de polímero termoplástico con el adhesivo entre las dos espumas de polímero termoplástico; y (d) adherir las espumas de polímero termoplástico junto con el adhesivo entre las espumas de polímero termoplástico.

El procedimiento de la presente invención es útil para preparar el artículo de espuma polimérica de la presente invención. El artículo de espuma polimérica de la presente invención es útil para, por ejemplo, aislamiento térmico.

Descripción detallada de la invención

Los métodos de prueba se refieren al método de prueba más reciente a partir de la fecha de prioridad de este documento cuando no se indica una fecha con el número de método de prueba. Las referencias a métodos de prueba contienen tanto una referencia a la sociedad de la prueba como el número del método de prueba. Las organizaciones de métodos de prueba son referidas por una de las abreviaturas siguientes: ASTM se refiere a la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales; EN se refiere a Norma Europea; DIN se refiere al Instituto Alemán para Normalización; e ISO se refiere a la Organización Internacional para la Estandarización.

Las espumas y artículos de espuma tienen dimensiones de longitud, anchura y espesor mutuamente ortogonales. La longitud tiene una magnitud igual a la dimensión que tiene la mayor magnitud y para la espuma extrudida se encuentra normalmente en la dirección de extrusión de la espuma. La anchura tiene una magnitud igual o mayor que el espesor y puede ser igual a la longitud.

La "superficie primaria" corresponde a una superficie que tiene la mayor área superficial plana de cualquier superficie de la espuma o artículo de espuma. Área superficial plana es el área superficial de una proyección de una superficie sobre un plano a fin de evitar la justificación de la textura superficial (por ejemplo fosos, picos u ondas en la superficie) en la magnitud del área superficial. Generalmente, la longitud y anchura definen la superficie primaria de un artículo de espuma polimérica. El espesor separa frecuentemente la superficie primaria de una superficie opuesta, que puede ser también una superficie primaria de un artículo de espuma polimérica.

"Piel superficial" o "piel polimérica" de espuma polimérica es una película continua polimérica sobre una superficie de espuma polimérica, en particular espuma polimérica extrudida. La piel polimérica es normalmente no porosa y es común en espuma polimérica extrudida. La piel superficial es separable por métodos tales como biselado.

"Orientación laminar" corresponde a una orientación en la que la superficie de un componente es adyacente a la superficie de otro. Por ejemplo, dos espumas están en una orientación laminar cuando la superficie de una espuma es adyacente a la superficie de otra. Convenientemente las espumas en una orientación laminar tienen sus superficies primarias adyacentes una a otra.

Una "superficie contigua" es una superficie de espuma de polímero termoplástico que es, o será tras la preparación del artículo de la presente invención, adyacente a una superficie (una "superficie contigua") de otra espuma de polímero termoplástico.

"Adhesivo espumable" es un adhesivo que se expande en la espuma tras la aplicación a un sustrato, o entre sustratos. Un adhesivo espumable puede permanecer o no como espuma, pero sigue siendo conveniente en una estructura de espuma cuando se adhieren sustratos conjuntamente.

5 La "difusión abierta" tiene definición en la norma DIN4108-3 (2001) como tener un espesor de aire de 0,5 metros o menos equivalente a la difusión de vapor de agua (valor S_D). Esta es la definición para la "difusión abierta" adoptada en esta memoria. Se determina si un material es de difusión abierta según la norma DIN 4108-3 (2001).

10 El artículo de espuma polimérica de la presente invención comprende al menos dos espumas de polímero termoplástico en orientación laminar. Las espumas de polímero termoplástico pueden ser iguales o diferentes entre sí, siempre que cada una tenga las propiedades siguientes: (a) una superficie (una "superficie contigua") que contiene una piel polimérica; (b) una dimensión de espesor perpendicular a la superficie contigua; y (c) perforaciones que son menores que un milímetro de diámetro que penetran a través de la superficie contigua a una profundidad menor que la dimensión de espesor de la espuma. Convenientemente, aunque no necesariamente, las espumas de polímero termoplástico son de la misma composición.

15 Las espumas de polímero termoplástico adecuadas incluyen espumas de perlas de polímero expandido y espumas poliméricas extrudidas. Las espumas de perlas de polímero expandido son diferentes de las espumas de polímero extrudido tanto en cómo están hechas como en su estructura final. Las espumas de perlas de polímero expandido comprenden múltiples perlas de espuma adheridas una a otra para formar una estructura de espuma. Cada perla de espuma tiene una piel que incluye un grupo de células espumosas y define la perla. En la espuma de perlas de polímero expandido las pieles de las perlas forman una red de pieles que se extiende por toda la espuma en todas
20 direcciones, generalmente interconectando superficie de la espuma de perlas de polímero expandido. Las espumas de polímero extrudido están libres de tal red de pieles que encierra un grupo de células y que se extiende por toda la espuma en todas direcciones. En particular, las pieles de las perlas son claramente de mayor espesor y distintas de las paredes celulares. Convenientemente al menos una, preferiblemente todas las espumas de polímero termoplástico del artículo de espuma polimérica de la presente invención son espuma termoplástica extrudida. La red de pieles en espuma de perlas expandidas puede servir como un cortocircuito térmico a través de la espuma que
25 aumenta la conductividad térmica a través de la espuma y puede servir como conducto para penetración de humedad en la espuma puesto que hay cavidades abiertas a lo largo de las pieles de perlas contiguas que pueden acomodar humedad.

30 La espuma de polímero termoplástico comprende una matriz polimérica termoplástica que define una multitud de células. La matriz polimérica termoplástica tiene una fase continua de polímero termoplástico. Normalmente, 50 por ciento en peso (% en peso) o más, preferiblemente 75% en peso o más, aún más preferiblemente 90% en peso o más de los polímeros de la matriz polimérica termoplástica son polímeros termoplásticos. El 100% en peso de los polímeros de la matriz polimérica termoplástica pueden ser polímeros termoplásticos.

35 El polímero termoplástico adecuado para la matriz polimérica termoplástica incluye cualquier polímero termoplástico o combinación de polímeros termoplásticos siempre que la combinación de polímeros es suficientemente compatible con la formación de toda la espuma. Los polímeros termoplásticos particularmente convenientes incluyen homopolímeros y copolímeros de olefinas tales como poli(etileno) y poli(propileno) así como homopolímeros y copolímeros de monómeros aromáticos tales como polímeros alquienaromáticos. Los polímeros de estireno son polímeros alquienaromáticos particularmente convenientes e incluyen homopolímero de poli(estireno) y copolímeros
40 de estireno. Los ejemplos de copolímeros adecuados de estireno incluyen copolímero de estireno con uno o más de los siguientes: ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido etacrílico, ácido maleico, ácido itacónico, acrilonitrilo, anhídrido maleico, acrilato de metilo, acrilato de etilo, acrilato de isobutilo, acrilato de n-butilo, metacrilato de metilo, acetato de vinilo y butadieno. Copolímero de estireno acrilonitrilo (SAN) es un polímero termoplástico particularmente conveniente debido, al menos en parte, a su alta temperatura de servicio.

45 La espuma de polímero termoplástico puede contener uno o combinación de más de un aditivo, normalmente disperso en la matriz polimérica termoplástica. Los ejemplos de aditivos adecuados incluyen: agentes atenuantes de la radiación infrarroja (por ejemplo, negro de humo, grafito, escamas de metales, dióxido de titanio); arcillas tales como arcillas absorbentes naturales (por ejemplo, caolinita y montmorillonita) y arcillas sintéticas; agentes nucleantes (por ejemplo, talco y silicato de magnesio); agentes ignífugos (por ejemplo, agentes ignífugos bromados
50 tales como hexabromociclododecano y polímeros bromados, agentes ignífugos fosforados tales como fosfato de trifenilo, y paquetes de agentes ignífugos que pueden incluir grupos que actúan sinérgicamente tales como, por ejemplo, dicumilo y policumilo); lubricantes (por ejemplo, estearato de calcio y estearato de bario); y agentes captadores de ácidos (por ejemplo, óxido de magnesio y pirofosfato de tetrasodio). Los aditivos normalmente están presentes en una concentración de hasta diez por ciento en peso basado en el peso total de polímero.

55 Cada espuma de polímero termoplástico puede tener las mismas o diferentes densidades. Convenientemente al menos una, preferiblemente todas las espumas de polímero termoplástico de la presente invención tienen una densidad de 40 kilogramos por metro cúbico (kg/m^3) o menos, preferiblemente 38 kg/m^3 o menos, aún más preferiblemente 36 kg/m^3 o menos y lo más preferiblemente 34 kg/m^3 o menos. Las espumas de menor densidad son más fáciles de manejar y generalmente son menos costosas que las espumas de densidad más alta.

Normalmente la espuma polimérica termoplástica tiene una densidad de 18 kg/m^3 o más con el fin de ser mecánicamente sólida. Se determina la densidad de espuma según la norma DIN ISO 845 o la norma EN1602.

5 Cada espuma de polímero termoplástico puede ser independientemente espuma de células abiertas o de células cerradas. La espuma de polímero termoplástico tiene convenientemente un contenido de células abiertas de 30% o menos, preferiblemente 20% o menos, aún más preferiblemente 10% o menos, e incluso más preferiblemente cinco por ciento o menos y puede ser uno o incluso cero por ciento. El contenido de células abiertas se determina según la norma DIN ISO 4590.

10 Al menos dos espumas de polímero termoplástico tienen superficies contiguas que son adyacentes entre sí y se adhieren entre sí con un adhesivo. Las superficies contiguas contienen una piel polimérica que cubre 50% o más, preferiblemente 75% o más, aún más preferiblemente 90% o más y todavía más preferiblemente 95% o más del área superficial de las superficies contiguas. Normalmente la superficie contigua es una superficie primaria o está frente a una superficie primaria de una espuma de polímero termoplástico. La dimensión de espesor de estas espumas de polímero termoplástico es perpendicular a su superficie contigua. Además, las superficies contiguas están perforadas de una manera que penetra en la superficie contigua y se extiende en la espuma de polímero termoplástico a una profundidad menor que la dimensión de espesor de la espuma. Por tanto, las perforaciones se extienden en cada espuma contigua a través de las superficies contiguas, pero no de un extremo a otro a través de cualquier espuma.

15 El adhesivo que adhiere superficies contiguas de espumas de polímero termoplástico adyacentes puede ser cualquier adhesivo en el alcance más amplio de la presente invención. Convenientemente el adhesivo es de difusión abierta, en particular si el adhesivo cubre una superficie contigua completa de una o ambas espumas que adhiere conjuntamente. Los ejemplos de adhesivos de difusión abierta adecuados incluyen poliuretanos de uno y dos componentes, adhesivos termofusibles y adhesivos reactivos.

20 Generalmente, aplicar el adhesivo a una de las superficies contiguas antes de adherir la superficie contigua de dos espumas de polímero termoplástico conjuntamente. Alternativamente, aplicar el adhesivo a ambas superficies contiguas antes de adherir las superficies contiguas conjuntamente. Normalmente el adhesivo está presente entre las superficies contiguas a una concentración de 40 gramos por metro cuadrado (g/m^2), preferiblemente 80 g/m^2 o más. Al mismo tiempo, el adhesivo está convenientemente presente en una concentración de 1500 g/m^2 o menos, preferiblemente 250 g/m^2 o menos. La concentración es relativa al área superficial de una de las dos superficies contiguas adheridas conjuntamente por el adhesivo.

25 Las perforaciones en las espumas de polímero termoplástico tienen un diámetro que es de un milímetro o menos. Este es un aspecto particularmente sorprendente de la presente invención en vista de la resistencia a la tracción que consigue el artículo de espuma. Normalmente, sería de esperar que se produzca adhesión óptima con perforaciones de mayor diámetro de modo que el adhesivo pueda penetrar en la perforación para fortalecer la unión mecánica a la espuma. La investigación conducente a la presente invención ha descubierto que no es el caso. De hecho, las perforaciones de un milímetro o menos muestran mayor fuerza de adhesión que las perforaciones de mayor diámetro. Normalmente los diámetros de las perforaciones son de un milímetro o menos y de 0,1 milímetro o más, preferiblemente 0,5 milímetros o más. El diámetro de una perforación es la mayor dimensión de la perforación. Las perforaciones son convenientemente de forma circular en sección transversal, o casi circular (relación de aspecto de dos o menos).

30 Es deseable tener una concentración media de perforación a través de una superficie contigua que da como resultado un milímetro o más de área superficial perforada (o área perforada) para cada centímetro cuadrado de área superficial contigua (mm^2/cm^2). Convenientemente el área superficial perforada es $2.8 \text{ mm}^2/\text{cm}^2$ o más, tres mm^2/cm^2 o más, incluso cinco mm^2/cm^2 o más. El área superficial perforada es 50% o menos que el área superficial plana de la superficie perforada con el fin de mantener la piel en al menos 50% de la superficie.

35 El artículo de la presente invención requiere al menos dos espumas de polímero termoplástico en orientación laminar, pero no se limita a solo dos espumas de polímero termoplástico en orientación laminar. En otras palabras, el artículo puede comprender tres o más, cuatro o más, incluso cinco o más espumas de polímero termoplástico en orientación laminar. Una realización conveniente comprende al menos tres espumas de polímero termoplástico teniendo cada una de ellas una dimensión de espesor en donde las dos primeras espumas de copolímero termoplástico tienen al menos una superficie contigua y al menos la tercera espuma de polímero termoplástico tiene dos superficies contiguas opuestas en donde cada superficie contigua contiene una piel polimérica y perforaciones que son menores que un milímetro de diámetro que penetran a través de la superficie contigua a una profundidad menor que la dimensión de espesor de la espuma en donde una superficie contigua de dos de las espumas de polímero termoplástico es adyacente a superficies contiguas opuestas de la tercera espuma de polímero termoplástico y las espumas de polímero termoplástico se fijan entre sí con un adhesivo.

40 El procedimiento de la presente invención sirve para preparar el artículo de la presente invención. El procedimiento de la presente invención comprende al menos cuatro etapas.

La primera etapa del presente procedimiento es proporcionar al menos dos espumas de polímero termoplástico teniendo cada una de ellas una superficie contigua que contiene una piel polimérica, una dimensión de espesor perpendicular a la superficie contigua, y perforaciones que son menores que un milímetro de diámetro que penetran a través de la superficie contigua a una profundidad menor que el espesor de la espuma. Estas espumas poliméricas termoplásticas son como se han descrito y caracterizado anteriormente para el artículo de la presente invención, incluyendo las características de perforación. La primera etapa del procedimiento puede comprender perforar la espuma para crear espuma de polímero termoplástico perforada como se ha descrito anteriormente.

La segunda etapa del presente procedimiento es aplicar adhesivo a al menos una superficie contigua. La concentración de adhesivo y revestimiento es como se ha descrito anteriormente para el artículo de la presente invención. El adhesivo se puede aplicar como un tipo de espuma propia. Es decir, el adhesivo puede ser un adhesivo espumable. El adhesivo puede permanecer como una espuma en el artículo final o desmoronarse durante el proceso de fabricación para dar como resultado un adhesivo no espumado en el artículo final.

La tercera etapa es colocar dos espumas de polímero termoplástico en orientación laminar de manera que la superficie contigua de una espuma de polímero termoplástico es adyacente a una superficie contigua de otra espuma de polímero termoplástico con el adhesivo entre las dos espumas de polímero termoplástico.

La cuarta etapa es adherir las espumas de polímero termoplástico junto con el adhesivo entre las dos espumas. Convenientemente, presionar las espumas de polímero termoplástico junto con el adhesivo entre ellas para garantizar el mejor contacto entre los adhesivos y las espumas. .

El procedimiento puede comprender además proporcionar y adherir conjuntamente al menos tres espumas de polímero termoplástico según el presente procedimiento por la etapa (a) que incluye proporcionar al menos tres espumas termoplásticas teniendo cada una de ellas una dimensión de espesor en donde las dos primeras espumas de polímero termoplástico tienen al menos una superficie contigua y al menos la tercera espuma de polímero termoplástico tiene dos superficies contiguas opuestas en donde cada superficie contigua contiene una piel polimérica y perforaciones que son menores que un milímetro de diámetro que penetran a través de la superficie contigua a una profundidad menor que la dimensión de espesor de la espuma, incluyendo la etapa (b) colocar las espumas de polímero termoplástico de manera que una superficie contigua de dos de las espumas de polímero termoplástico es adyacente a superficies contiguas opuestas de la tercera espuma de polímero termoplástico y la etapa (c) incluye adherir entre sí las espumas de polímero termoplástico con adhesivo entre las espumas.

Ejemplos

Los presentes ejemplos sirven para ilustrar realizaciones de la presente invención. Por facilidad de comparación, las muestras y sus propiedades se compendian en la Tabla 1.

Referencia. Proporcionar dos placas de espuma de poli(estireno) extrudido (XPS) (ROOFMATE® SP-X, ROOFMATE es una marca comercial de The Dow Chemical Company), teniendo cada una un espesor de 60 milímetros. Las placas de espuma XPS tienen pieles en sus superficies primarias. Aplicar un adhesivo de poliuretano de dos partes (por ejemplo, SIKATM FORCE 7010 con SIKATM FORCE 7710 L100 en una relación de 5:1; SIKA es una marca comercial de Sika AG sociedad anónima) a la superficie primaria de una de las placas de espuma XPS con una densidad de revestimiento de 1000 gramos por metro cuadrado de superficie. Colocar la otra espuma XPS sobre la superficie revestida con adhesivo de la misma espuma y montarlas juntas. Aplicar una fuerza de compresión de 2,5 kilogramos por centímetro cuadrado a las placas durante 24 horas para comprimirlas conjuntamente. Medir la resistencia a la tracción del adhesivo entre las placas según la norma descrita en EN1607.

Ejemplo comparativo A. Preparar y probar el Ejemplo Comparativo (Ej. Comp.) A como la Referencia, excepto perforar las superficies (superficies contiguas) de las espumas XPS que se pegarán conjuntamente usando un rodillo provisto de clavos que tienen un diámetro de dos milímetros. La colocación de clavos en el rodillo es tal que las superficies perforadas de las espumas XPS tienen un área perforada de 1,64 milímetros cuadrados por centímetro cuadrado de área superficial (mm^2/cm^2). La profundidad de las perforaciones en las espumas XPS es de cinco milímetros.

Ejemplo comparativo B. Preparar y probar el Ej. Comp. B como el Ej. Comp. A excepto colocar los clavos de manera que las superficies perforadas de las espumas XPS tienen un área perforada de $4,15 \text{ mm}^2/\text{cm}^2$.

Ejemplo 1. Preparar y probar el Ejemplo (Ej.) 1 como el Ej. Comp. A excepto usar clavos que tienen un diámetro de 0,8 milímetros y colocarlos de manera que las superficies perforadas de las espumas XPS tienen un área perforada de $0,50 \text{ mm}^2/\text{cm}^2$.

Ejemplos 2-5. Preparar y probar los Ejs. 2-5 como el Ej. 1 excepto colocar los clavos de manera que las superficies perforadas de las espumas XPS tienen un área perforada de 1,57, 2,78, 2,80 y $5,12 \text{ mm}^2/\text{cm}^2$ para los Ejs. 2-5 respectivamente.

Tabla 1

Muestra	Diámetro de clavos (milímetros)	Area de perforación (mm ² /cm ²)	Resistencia a la tracción (kilopascales)
Referencia	N/A	N/A	285
Ej. Comp. A	2	1,64	213
Ej. Comp. B	2	4,15	219
Ej. 1	0,8	0,50	243
Ej. 2	0,8	1,57	267
Ej. 3	0,8	2,78	317
Ej. 4	0,8	2,80	437
Ej. 5	0,8	5.12	342

- 5 Estos resultados ilustran que los artículos preparados a partir de espumas perforadas con un clavo de diámetro de dos milímetros tienen una resistencia a la tracción uniforme sin tener en cuenta el área de perforación. Además, esa resistencia a la tracción es menor que la resistencia a la tracción de artículos preparados a partir de espumas perforadas con un clavo de 0,8 mm de diámetro que tienen un área de perforación que varía desde por debajo (por ejemplo 0,5 mm²/cm²) a por encima (por ejemplo, 5,1 mm²/cm²) de la de perforaciones de dos milímetros de diámetro. Sorprendentemente, los agujeros de perforaciones más pequeñas dan como resultado mayor resistencia a la tracción que los agujeros de perforaciones más grandes sin tener en cuenta el área de perforación.
- 10 Incluso más sorprendente, cuando el área de perforación es 2,78 o mayor para perforación de 0,8 milímetros de diámetro, la resistencia a la tracción sobrepasa la de la espuma no perforada. Sin embargo, la resistencia a la tracción para los artículos que tienen perforaciones de dos milímetros de diámetro es consistentemente inferior a la de la espuma no perforada.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo de espuma polimérica que comprende al menos dos espumas de polímero termoplástico en orientación laminar, teniendo cada una de las espumas de polímero termoplástico:
- (a) una superficie contigua que contiene una piel polimérica;
- 5 (b) una dimensión de espesor perpendicular a la superficie contigua;
- (c) perforaciones que son menores que un milímetro de diámetro que penetran a través de la superficie contigua, a una profundidad menor que la dimensión de espesor de la espuma;
- en donde la superficie contigua de una espuma de polímero termoplástico es adyacente y está adherida a la superficie contigua de otra espuma de polímero termoplástico con un adhesivo, fijando de este modo las espumas de polímero termoplástico entre sí.
- 10 2. El artículo de espuma polimérica de la reivindicación 1, en donde el adhesivo se selecciona de un grupo que consiste en poliuretano de un componente, poliuretano de dos componentes y adhesivos termofusibles.
3. El artículo de espuma polimérica de la reivindicación 1, en donde el adhesivo está presente con una concentración en un intervalo de 40 a 1500 gramos por metro cuadrado de área superficial contigua.
- 15 4. El artículo de espuma polimérica de la reivindicación 1, caracterizado además por las perforaciones que ocupan un área de un milímetro cuadrado o más por centímetro cuadrado de área superficial contigua para cada una de las dos superficies contiguas que son adyacentes entre sí.
5. El artículo de espuma polimérica de la reivindicación 1, caracterizado además por piel polimérica que cubre al menos 50 por ciento del área superficial de cada superficie contigua que se adhiere a otra superficie contigua.
- 20 6. El artículo de espuma polimérica de la reivindicación 1, que comprende al menos tres espumas de polímero termoplástico teniendo cada una de ellas una dimensión de espesor en donde las dos primeras espumas de copolímero termoplástico tienen al menos una superficie contigua y al menos la tercera espuma de polímero termoplástico tiene dos superficies contiguas opuestas en donde cada superficie contigua contiene una piel polimérica y perforaciones que son menores que un milímetro de diámetro que penetran a través de la superficie contigua a una profundidad menor que la dimensión de espesor de la espuma en donde una superficie contigua de dos de las espumas de polímero termoplástico son adyacentes a superficies contiguas opuestas de la tercera espuma de polímero termoplástico y las espumas de polímero termoplástico se fijan entre sí.
- 25 7. Un procedimiento para preparar el artículo de espuma polimérica de la reivindicación 1, comprendiendo el procedimiento:
- 30 (a) proporcionar al menos dos espumas de polímero termoplástico teniendo cada una de ellas una superficie contigua que contiene una piel polimérica, una dimensión de espesor perpendicular a la superficie contigua, y perforaciones que son menores que un milímetro de diámetro que penetran a través de la superficie contigua a una profundidad menor que el espesor de la espuma;
- (b) aplicar adhesivo a al menos una superficie contigua;
- 35 (c) colocar dos espumas de polímero termoplástico en orientación laminar de manera que la superficie contigua de una espuma de polímero termoplástico sea adyacente a una superficie contigua de otra espuma de polímero termoplástico con el adhesivo entre las dos espumas de polímero termoplástico; y
- (d) adherir las espumas de polímero termoplástico junto con el adhesivo entre las espumas de polímero termoplástico.
- 40 8. El procedimiento de la reivindicación 7, en donde el adhesivo se aplica como una espuma.
9. El procedimiento de la reivindicación 7, en donde el adhesivo se selecciona de un grupo que consiste en poliuretano de un componente, poliuretano de dos componentes y adhesivos termofusibles.
10. El procedimiento de la reivindicación 7, en donde la etapa (a) incluye perforar las superficies contiguas de al menos dos espumas de polímero termoplástico para crear una densidad de perforación de un milímetro cuadrado o más por centímetro cuadrado de área superficial contigua para las dos superficies contiguas que se colocan adyacentes entre sí en la etapa (b).
- 45 11. El procedimiento de la reivindicación 7, caracterizado además por la etapa (a) que incluye proporcionar al menos tres espumas termoplásticas teniendo cada una de ellas una dimensión de espesor en donde las dos primeras espumas de polímero termoplástico tienen al menos una superficie contigua y al menos la tercera espuma de polímero termoplástico tiene dos superficies contiguas opuestas en donde cada superficie contigua contiene una piel
- 50

polimérica y perforaciones que son menores que un milímetro de diámetro que penetran a través de la superficie contigua a una profundidad menor que la dimensión de espesor de la espuma, incluyendo la etapa (b) colocar las espumas de polímero termoplástico de manera que una superficie contigua de dos de las espumas de polímero termoplástico son adyacentes a superficies contiguas opuestas de la tercera espuma de polímero termoplástico y la etapa (c) incluye adherir entre sí las espumas de polímero termoplástico con adhesivo entre las espumas.

5