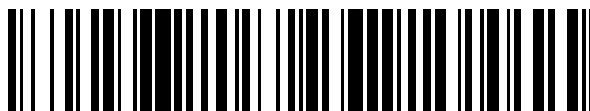


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 568 458**

51 Int. Cl.:

C08J 9/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2010 E 10737418 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 2459630**

54 Título: **Espuma polimérica termoaislante y artículo de material compuesto de aerogel**

30 Prioridad:

29.07.2009 US 229417 P

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

29.04.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**VO, VAN-CHAU;
MAURER, MYRON;
BUNGE, FRIEDHELM y
MERKEL, HOLGER**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 568 458 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 polimérica termoaislante y artículo de material compuesto de aerogel

Declaración de referencia cruzada

5 La presente solicitud reivindica beneficio de la Solicitud Provisional de Estados Unidos N°. 61/229.417, presentada el 29 de diciembre de 2009.

Antecedentes de la invención

Campo de la Invención

La presente invención se refiere a un artículo termoaislante que comprende la espuma polimérica termoplástica extruida y material de aerogel y el método para fabricar dicho artículo.

10 Descripción de la técnica relacionada

Los agentes de soplado halogenados son deseables para preparar espumas poliméricas termoplásticas extruidas para aislamiento térmico, al menos debido a que en parte las moléculas halogenadas proporcionan una espuma con una baja conductividad térmica. Sin embargo, existen cada vez más regulaciones sobre el uso de moléculas halogenadas para aplicaciones tales como en agentes de soplado, debido al daño percibido que producen estas moléculas sobre el medioambiente. De particular interés, es el potencial de agotamiento del ozono (ODP, del inglés ozone depletion potential) y el potencial de calentamiento global (GWP, del inglés greenhouse warming potential) de las moléculas halogenadas. Identificar los agentes de soplado que tengan conductividades térmicas tan bajas como las de las moléculas halogenadas constituye un reto enorme. Como resultado, se hace cada vez más difícil fabricar espumas poliméricas termoplásticas extruidas termoaislantes que tengan las bajas conductividades térmicas deseadas.

Las composiciones altamente termoaislantes distintas a las espumas poliméricas termoplásticas extruidas son conocidas en la técnica. Los materiales de aerogel son un tipo de composiciones altamente termoaislantes. Los materiales de aerogel tienen típicamente bajas densidades, con estructuras de celda y poro, en el orden de nanómetros (para un buen análisis sobre aerogeles véase, por ejemplo, la solicitud de patente norteamericana US2007/0014979 párrafos [0013] a [0019]. La expresión "los materiales de aerogel de baja densidad" significa que la mayor parte del volumen de la estructura es un espacio vacío. La expresión "las pequeñas dimensiones de celda y poro de los materiales de aerogel" significa que tiene lugar poca convección y conducción a lo largo de la estructura. Las estructuras de aerogel tienen propiedades termoaislantes deseables, pero tienen el inconveniente de ser mucho más costosas y menos duraderas (más frágiles) que las espumas poliméricas termoplásticas extruidas (véase, por ejemplo, la solicitud de patente norteamericana US2007/0014979 que enseña en el párrafo 0007: "La manipulación de los aerogeles, unos de los mejores aislantes, puede ser un gran reto dada la fragilidad de esta forma de material").

Sería deseable incorporar materiales de aerogel en la espuma polimérica termoplástica extruida y lograr suficiente durabilidad para usar como materiales termoaislantes para aplicaciones en el sector de la construcción. Referencias actuales describen materiales de aerogel estratificantes con otros materiales estructuralmente sólidos para lograr un laminado estratificado. (Véase, por ejemplo, la solicitud de patente europea EP1106346A2, la solicitud de patente norteamericana US2007/0014979A1, la solicitud de patente inglesa GB244756A, la solicitud de patente internacional WO2008/129281A2, y la solicitud de patente norteamericana US2005/0281988A1). Sin embargo, las estructuras laminadas tienen material de aerogel expuesto en las esquinas. Las estructuras laminadas también requieren la adherencia de los materiales de aerogel a otros sustratos, lo que puede dar como resultado una mala integridad mecánica de los artículos laminados debido al carácter quebradizo de la capa de aerogel.

Pese a los anteriores esfuerzos, es aún deseable desarrollar artículos de espumas poliméricas termoplásticas extruidas que se beneficien de la capacidad termoaislante de los materiales de aerogel pero con las características de durabilidad, apariencia física y manipulación de los artículos de espumas poliméricas termoplásticas extruidas. Estos artículos podrían reemplazar fácilmente a los actuales artículos de espumas poliméricas termoplásticas extruidas. Es aún más deseable, que dicho artículo de espuma polimérica termoplástica extruida se beneficiara de las características altamente termoaislantes, pero sin la presencia de agentes de soplado halogenados.

Breve resumen de la invención

50 La presente invención resuelve el problema de proporcionar un artículo de espuma polimérica termoplástica extruida que goce de los beneficios de aislamiento térmico de los materiales de aerogel pero con las características de durabilidad, apariencia física y manipulación de los artículos de espumas poliméricas termoplásticas extruidas y sin dejar que los aerogeles sobresalgan del perímetro de un artículo o se requiera la adherencia del material de aerogel a otro sustrato. Los artículos de la presente invención, gozan de características de baja conductividad térmica (es decir, una conductividad térmica de 35 milivatios por metro *Kelvin o inferior) sin agentes de soplado halogenados.

En un primer aspecto, la presente invención es un artículo manufacturado que comprende la espuma polimérica termoplástica extruida, que tiene una matriz polimérica termoplástica que define una multitud de celdas, definiendo la espuma polimérica termoplástica extruida al menos una cavidad; y material de aerogel que reside dentro de al menos una cavidad de la espuma polimérica termoplástica extruida.

- 5 En un segundo aspecto, la presente invención es un procedimiento para fabricar el artículo del primer aspecto, procedimiento que comprende las siguientes etapas: (a) proporcionar la espuma polimérica termoplástica extruida que define al menos una cavidad; (b) proporcionar el material de aerogel; y (c) insertar el material de aerogel en una cavidad definida por la espuma polimérica termoplástica extruida

10 El procedimiento de la presente invención, es útil para fabricar el artículo de espuma polimérica de la presente invención. El artículo de espuma de la presente invención es útil como aislante térmico, por ejemplo, en aplicaciones en el sector de la construcción.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1, ilustra componentes de espuma polimérica extruida para una realización de un artículo manufacturado de la presente invención.

15 **Descripción detallada de la invención**

"Cavidad" es un espacio hueco en un material. En beneficio de la presente invención, un agujero que se extiende a todo lo largo de un material se sitúa fuera del alcance del término "cavidad". El término cavidad como se usa en la presente memoria, es como una cueva o indentación en un material. Una cavidad puede estar completamente encerrada por un material. Por ejemplo, una cavidad puede ser un vacío completamente encerrado por la espuma polimérica termoplástica extruida. Una cavidad en un material, por lo general, tiene forma de una depresión en el material. En particular, las celdas de espuma son cavidades definidas en una matriz polimérica, pero no son cavidades definidas en la espuma polimérica. El artículo de la presente invención incluye una "cavidad definida en una espuma polimérica". Las celdas de espuma no concuerdan con la definición, puesto que estas se definen en una matriz polimérica y son rasgos necesarios para definir la espuma polimérica. Una celda puede no estar definida por una estructura que a su vez esté definida por la celda. Una cavidad definida en la espuma polimérica puede tener dimensiones superiores a 10 o incluso a 100 celdas de espuma.

"Superficie primaria" es una superficie de un artículo que tiene una superficie específica plana igual o superior a cualquier otra superficie del artículo. La superficie específica plana se refiere al área de una superficie, como se proyecta sobre un plano y no toma en cuenta la superficie específica debida a picos y valles de una superficie. No obstante, una superficie primaria puede ser plana o no plana. Por ejemplo, una superficie primaria puede contener ranuras, bultos, o cualquier otro contorno.

Longitud, anchura y espesor son dimensiones mutuamente ortogonales de un artículo. La longitud es una dimensión de un artículo equivalente a la dimensión más larga. En un artículo extruido tal como una espuma extruida, la longitud generalmente se extiende a lo largo de la dirección de extrusión de la espuma. La anchura es igual o superior en magnitud al espesor. En un artículo similar a un tablero, el espesor se extiende desde una superficie primaria del artículo a la superficie opuesta a la superficie primaria.

ASTM se refiere a la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales; EN se refiere a la Norma Europea. Tanto ASTM como EN hacen referencia a los métodos de ensayo. Las referencias a los métodos de ensayo del presente documento se refieren al método de ensayo más reciente, anterior a la fecha de prioridad de este documento, a menos que se indique otra cosa. Los métodos de ensayo de la presente memoria, pueden especificar el año del método de ensayo como un sufijo del número del ensayo.

Múltiple significa "dos o más". "Y/o" significa "y, o como una alternativa a". Todos los intervalos incluyen puntos finales, a menos que se indique otra cosa.

El artículo de la presente invención, comprende la espuma polimérica termoplástica extruida que define al menos una cavidad. La espuma polimérica termoplástica extruida es un tipo particular de espuma, que ha sido preparada por extrusión de una composición polimérica espumable termoplástica, en un estado reblandecido a través de una boquilla, desde una zona a una presión y temperatura de espumación, a un ambiente a una presión inferior a la presión de espumación y típicamente inferior a la temperatura de espumación. La composición polimérica espumable se expande y se enfría para formar la espuma polimérica termoplástica extruida. La espuma polimérica termoplástica extruida tiene características únicas, en comparación con otros tipos de espumas poliméricas tales como espumas termoestables y espumas de gránulo expandido. Las espumas termoestables, no se pueden reblandecer de forma reversible como la espuma polimérica termoplástica extruida. Una vez que la espuma termoestable se haya espumado y curado, esta puede ser triturada pero no fundida o reblandecida mediante calor. En cambio, la espuma polimérica termoplástica extruida tiene una fase polimérica termoplástica continua y como resultado se puede fundir o reblandecer.

Las espumas de gránulos expandidas, comprenden una multitud de gránulos espumados unidos entre sí. Cada gránulo espumado tiene una piel que define el gránulo. La piel de un gránulo se une a las pieles de los gránulos próximos para formar una espuma de gránulos expandida. Se puede observar cada uno de los gránulos espumados en un corte transversal de la espuma de gránulos expandida, debido a la piel que rodea las celdas de espuma de cada gránulo de espuma. Las pieles de los gránulos forman una red de piel tridimensional por toda la espuma de gránulos expandida, que encapsula grupos localizados de celdas de espuma que forman cada gránulo expandido. A menudo, la red de piel tridimensional es porosa, lo que produce una indeseable filtración de agua a través de la espuma. En cambio, la espuma polimérica termoplástica extruida, está libre de una red de piel tridimensional que encapsula grupos localizados de celdas de espuma y que se extiende por toda la espuma. Como resultado, la espuma polimérica termoplástica extruida es, por lo general, un mejor aislante térmico que la espuma expandida, porque esta no tiene una red tridimensional de pieles que actúan como un corto térmico que conecta las superficies de la espuma unas con otras. La espuma polimérica termoplástica extruida también está libre de porosidad indeseable, que a menudo acompaña a la red de piel tridimensional de espuma de gránulos expandida y, por lo tanto, es por regla general más resistente a la humedad que la espuma de gránulos expandida.

La espuma polimérica termoplástica extruida de la presente invención, comprende un polímero termoplástico continuo que define una multitud de celdas. El polímero termoplástico puede ser uno cualquiera o una combinación de más de un polímero termoplástico extruible. De manera deseable, el polímero termoplástico es una combinación de más de un polímero seleccionado entre polímeros aromáticos de alqueno y polímeros olefínicos. Los polímeros aromáticos de alqueno incluyen homo- y copolímeros de estireno o de estireno sustituido. Los polímeros aromáticos de alqueno particularmente deseables incluyen homopolímero de estireno y copolímero de estireno-acrilonitrilo. Los polímeros olefínicos deseables incluyen homo- y copolímeros de etileno y propileno.

El polímero termoplástico continuo puede tener aditivos y cargas dispersados en el mismo. Los aditivos y cargas 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 tales como hexabromociclododecano y polímeros bromados, agentes ignífugos fosforados tales como fosfato de trifenoilo, 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). La concentración total de aditivos y/o cargas puede ser de hasta 20 por ciento en peso (% en peso), preferiblemente de hasta 15% en peso y más preferiblemente de hasta 10% en peso. La cantidad de aditivos y/o cargas puede ser de 0,05% en peso o más, e incluso de 0,1% en peso o más, incluso de 0,2% en peso o más. El porcentaje en peso de aditivos y/o cargas es relativo al peso total del polímero termoplástico continuo.

Las celdas de espuma polimérica termoplástica extruida pueden ser de tipo de celda abierta o de celda cerrada. La espuma polimérica termoplástica extruida puede ser una espuma de celda cerrada con un contenido medio de celda abierta de 30% o inferior, de 20% o inferior, de 10% o inferior, de 5% o inferior e incluso de 2% o inferior. Una baja extensión de celdas abiertas inhibe el movimiento de aire de una celda a otra, y por lo tanto, se reduce la conductividad térmica a lo largo de la espuma. De manera alternativa, la espuma polimérica termoplástica extruida puede ser una espuma de celda abierta con un contenido medio de celda abierta superior a 30%, incluso de 50% o superior. Medir el contenido medio de celda abierta según la norma ASTM método D6226-05.

La espuma polimérica termoplástica extruida puede tener un contenido de celda abierta uniforme o un contenido de celda abierta graduado. Por ejemplo, es deseable tener un contenido de celda abierta graduado para conformar en frío cavidades en la espuma, donde el gradiente se extiende desde un mayor contenido de celda abierta sobre una superficie en la que se forma la cavidad, hasta un menor contenido de celda abierta próximo a la superficie opuesta a la superficie en la que se forma la cavidad. Es deseable tener un mayor grado de celdas abiertas próximas a la superficie, que experimenten la mayor parte de la compresión para permitir que la presión del gas, que de lo contrario se habría acumulado durante la compresión, se disipe hacia celdas cercanas. Mientras tanto, al tener un mayor grado de celdas abiertas próximas al lado opuesto a ese lado que está siendo comprimido, es deseable obtener mejores propiedades de barrera (por ejemplo, propiedades de barrera al vapor) y de resistencia que las logradas con celdas abiertas. Un gradiente en contenido de celda abierta como el descrito, permite a la espuma facilitar de manera simultánea el moldeo por compresión de una cavidad, al tiempo que proporciona propiedades de barrera óptimas y de resistencia en la superficie opuesta para proteger los contenidos de la cavidad (por ejemplo, un VIP).

La espuma polimérica termoplástica extruida tiene deseablemente, un tamaño medio de celda inferior a un milímetro (mm), preferiblemente de 500 micrómetros o inferior, más preferiblemente de 250 micrómetros o inferior, aún más preferiblemente de 150 micrómetros o inferior y puede ser de 100 micrómetros o inferior. Son deseables tamaños de celda más pequeños para unas propiedades de aislamiento térmico óptimas. Por regla general, las celdas tienen un tamaño medio de partículas de 10 micrómetros o superior. Determinar el tamaño medio de celda según la norma ASTM D-3576-98.

Las celdas del agente de soplado pueden contener agente de soplado. Es deseable que las celdas estén libres de agente de soplado clorado, y especialmente deseable, que esté libre de agente de soplado halogenado.

La espuma polimérica termoplástica extruida tiene deseablemente una densidad media de 48 kilogramos por metro cúbico (kg/m^3) o inferior, preferiblemente de 40 kg/m^3 o inferior, más preferiblemente de 35 kg/m^3 o inferior y aún más preferiblemente de 32 kg/m^3 o inferior. La espuma de menor densidad tiene típicamente una menor conductividad térmica que la espuma de mayor densidad. Por regla general, la espuma polimérica termoplástica extruida tiene una densidad media de 16 kg/m^3 o superior, con el fin de poseer integridad estructural durante la manipulación y protección del material de aerogel. Medir la densidad media según la norma ASTM D1622-08 (método de ensayo estándar de densidad aparente de plásticos celulares rígidos).

La espuma puede tener una densidad graduada, la cual es deseable cuando se conforma en frío una cavidad en la espuma. Por ejemplo, es deseable tener una densidad graduada para conformar en frío cavidades en la espuma, donde el gradiente se extiende desde una menor densidad próxima a la superficie en la que se forma la cavidad, hasta una mayor densidad próxima a la superficie opuesta a la superficie en la que se forma la cavidad. Es deseable tener una menor densidad próxima a la superficie que experimenta la compresión, para facilitar el pandeo local y colapso de las paredes de la celda de espuma durante la compresión. La espuma de menor densidad tiene menos masa de pared, y menos resistencia de pared. Por lo tanto, es más fácil comprimir la espuma de menor densidad. Es deseable tener de manera simultánea, una espuma de mayor densidad próxima al lado opuesto del lado que está siendo comprimido, para lograr máxima resistencia y propiedades de barrera entre la superficie de la espuma y la cavidad, con el fin de proteger de forma óptima los contenidos de la cavidad (por ejemplo, un VIP en la cavidad). El gradiente en densidad permite optimizar, tanto la compresión de un lado como la resistencia del lado opuesto al mismo tiempo.

De manera deseable, la espuma polimérica termoplástica extruida tiene una resistencia a la compresión de 100 kilopascales (kPa) o superior y un módulo de dos megapascales (MPa) o superior según la norma EN-826. Es deseable una mayor resistencia a la compresión y un mayor módulo para proporcionar una mayor protección de los materiales de aerogel.

De manera deseable, la espuma polimérica termoplástica extruida tiene una permeabilidad al vapor de agua inferior a 10 nanogramos por metro por segundo por Pascal ($\text{ng/m}^2\text{sPa}$), preferiblemente inferior a $5 \text{ ng/m}^2\text{sPa}$ y lo más preferiblemente inferior a $3 \text{ ng/m}^2\text{sPa}$. Medir la permeabilidad al vapor de agua según la norma EN12086.

La espuma polimérica termoplástica extruida define al menos una cavidad y puede definir múltiples cavidades. La cavidad es una depresión dentro de la espuma polimérica termoplástica extruida en la que puede residir otro objeto. La cavidad, o cavidades, pueden tener dimensiones de cualquier tamaño que encaje dentro de la espuma polimérica termoplástica extruida. Por regla general, las cavidades son depresiones en una superficie primaria de la espuma polimérica termoplástica extruida, pero también pueden ser depresiones en otras superficies o en combinaciones de superficies. Alternativamente, las cavidades pueden ser depresiones únicamente en una superficie primaria de una espuma. Una cavidad puede ser una depresión formada en el interior de una espuma polimérica termoplástica extruida o un vacío definido al combinar los elementos de la espuma polimérica termoplástica extruida para definir cavidades (por ejemplo, pegando paredes de espuma entre sí sobre una superficie de una espuma de tal modo que se defina una cavidad dentro de las paredes). Los elementos de la espuma polimérica termoplástica extruida que definen una o más cavidades, pueden ser una sola espuma polimérica termoplástica extruida o una combinación de múltiples espumas poliméricas extruidas, en donde las múltiples espumas poliméricas termoplásticas extruidas pueden ser iguales o diferentes en composición. Por ejemplo, las paredes de espuma de poliolefina extruida se pueden unir a la espuma de polímero aromático de polialqueno extruido, para crear la espuma polimérica termoplástica extruida que define una o más cavidades.

El artículo de la presente invención, además comprende un material de aerogel. Los materiales de aerogel son deseables debido a la conductividad extremadamente baja a lo largo de un aerogel. El material de aerogel reside dentro de una cavidad de la espuma polimérica termoplástica extruida. Más de un material de aerogel puede estar presente en el artículo de la presente invención. Más de un material de aerogel puede residir en una sola cavidad. Múltiples cavidades de la espuma polimérica termoplástica extruida pueden contener material de aerogel. Cualquier única cavidad también puede contener uno o más de un material adicional, que incluye uno o más de un material termoaislante adicional, además del material de aerogel o en lugar del material de aerogel, siempre que al menos una cavidad contenga un material de aerogel. Un tipo de material adicional deseable es un material reflectivo, tal como una hoja de aluminio o un revestimiento reflectivo, que además reduzca la conductividad térmica a lo largo del artículo final.

De manera deseable, el material de aerogel reside completamente dentro de una cavidad, lo que significa que el material aislante se puede colocar sobre la cavidad y en contacto con la superficie de la espuma polimérica termoplástica extruida, en la cual reside la cavidad, todo alrededor de la periferia de la cavidad que contiene el material de aerogel. La espuma polimérica termoplástica extruida proporciona una óptima protección del material de aerogel, cuando el material de aerogel reside completamente dentro de una cavidad de espuma polimérica termoplástica extruida, especialmente cuando el material de aerogel está completamente encerrado dentro de la espuma polimérica termoplástica extruida. Es también deseable, que cualesquiera materiales adicionales (en particular, cualesquiera materiales termoaislantes adicionales) que residen dentro de una cavidad con el material de aerogel residan completamente dentro de la cavidad, preferiblemente encerrados completamente por la espuma polimérica termoplástica extruida.

- 5 El material de aerogel puede estar encerrado dentro de la cavidad en la que reside, deseablemente encerrado por la espuma polimérica termoplástica extruida. Por ejemplo, deseablemente al menos 5 milímetros (mm), preferiblemente al menos 10 mm, más preferiblemente al menos 15 mm de espuma polimérica termoplástica extruida que encierra (separa del exterior del artículo) el material de aerogel de tal modo que se proporcione una óptima protección del material de aerogel.
- 10 Los materiales de aerogel adecuados incluyen uno cualquiera o una combinación de más de un aerogel de sílice, aerogel de alúmina, aerogel de óxido de cinc, aerogel de carbono y/o aerogel orgánico (por ejemplo, aerogeles de resorcinol y formaldehído). Los aerogeles adecuados pueden ser de cualquier forma incluyendo gránulos (tales como, los materiales Nanogel™, Nanogel es una marca comercial de Cabot Corporation) o láminas fibrosas (por ejemplo, los materiales de las marcas Spaceloft™ y Cryogel™, Spaceloft y Cryogel son marcas comerciales de Aspen Aerogels, Inc.).
- 15 Las hojas de aluminio adecuadas para usar como materiales adicionales incluyen hojas de aluminio, oro, plata y cobre, así como revestimientos metálicos sobre película plástica (es decir, película plástica metalizada). Las hojas tienen por regla general un espesor de uno a 100 micrómetros. Las películas metalizadas pueden tener un espesor en el intervalo de 10 a 1.500 micrómetros.
- 20 En una realización deseable, el material de aerogel está completamente encerrado para proporcionar una óptima protección del material de aerogel. Existen numerosas configuraciones de la espuma polimérica termoplástica extruida con una cavidad que contiene material de aerogel que reside en el interior, en donde el material de aerogel está encerrado dentro de la cavidad y todas se sitúan dentro del alcance más amplio de la presente invención.
- 25 Está dentro del alcance de la presente invención, que la espuma polimérica termoplástica extruida defina o tenga unido a la misma, una solapa o parte removible que cubra una cavidad. En una posición la solapa o parte removible revela la cavidad y en otra posición la solapa o parte amplía cubre la cavidad y cualquier cosa que se encuentre dentro de la cavidad. Esta solapa o parte removible se puede cerrar herméticamente sobre la cavidad mediante el uso de un adhesivo u otro tipo de sujeción.
- 30 En una realización deseable, el artículo de la presente invención comprende un componente de acoplamiento que encierra al menos una cavidad, preferiblemente a todas las cavidades en la espuma polimérica termoplástica extruida. El componente de acoplamiento puede ser igual o diferente en composición y/o propiedades a la espuma polimérica termoplástica extruida. Por ejemplo, el componente de acoplamiento puede ser espuma polimérica termoplástica extruida de composición equivalente a la espuma polimérica termoplástica extruida que define las cavidades. La Figura 1, proporciona una ilustración de la espuma polimérica extruida de la presente invención que comprende un componente de acoplamiento. La Figura 1(a), ilustra la espuma polimérica termoplástica extruida **10** que tiene una superficie primaria **15** y cavidades **20**. La Figura 1(b), ilustra la espuma polimérica termoplástica extruida **10** y las cavidades **20** vistos en transversal junto con la vista de la línea **X** en la Figura 1(a). La Figura 1(c), ilustra una vista transversal de la espuma polimérica termoplástica extruida **10** como en la Figura 1(b), así como una vista transversal del componente de acoplamiento **30**. El componente de acoplamiento **30** tiene una superficie primaria **35** con las mismas dimensiones que la espuma polimérica termoplástica extruida **10**. Las protusiones **40** encajan dentro de las cavidades **20** de tal modo que las cierra herméticamente. La Figura 1(d), ilustra una vista transversal de la espuma extruida **20**, que incluye el componente de acoplamiento **30** configurado de tal modo que el componente de acoplamiento **30** cierra herméticamente las cavidades **20**. Una cualquiera o una combinación de más de una de las cavidades **20**, puede contener material de aerogel para conformar un artículo de la presente invención.
- 35 En una realización de la presente invención, el aerogel puede ser encerrado dentro de otro material antes de ser colocado dentro de una cavidad. Por ejemplo, es adecuado incluir aerogel encerrado en un entorno de metal o polímero.
- 40 El artículo de la presente invención ofrece deseablemente, una combinación de propiedades de durabilidad y aislamiento térmico superior a la de la espuma polimérica termoplástica extruida, a la del aerogel o la de la película metalizada, por separado. El artículo de la presente invención tiene deseablemente, una conductividad térmica de 35 milivatios por metro por Kelvin (mW/m*K) o inferior, preferiblemente de 32 mW/m*K o inferior, aún más preferiblemente de 29 mW/m*K o inferior.
- 45 El artículo de la presente invención, puede tener bordes que tengan perfiles o formas específicas. Por ejemplo, los bordes opuestos del artículo pueden tener formas de lengua de acoplamiento y ranura o faldas opuestas para coordinar la colocación de múltiples artículos unos al lado de los otros en modo de acoplamiento. El perfilamiento de los bordes se puede realizar, por ejemplo, mediante máquina o moldeo, y se puede realizar antes o después de definir las cavidades y/o de la introducción del material de aerogel en la cavidad del artículo.
- 50 El artículo puede tener una superficie plana o una superficie contorneada. En una realización, el artículo tiene una superficie primaria que define las ranuras que se extienden en al menos una dimensión, por regla general en la dimensión de longitud. Las ranuras son deseables en aplicaciones en donde, por ejemplo, un material de
- 55

revestimiento (por ejemplo, mortero o cemento) se aplica sobre un artículo, porque el material de revestimiento puede penetrar en las ranuras y lograr una mejor adherencia mecánica al artículo.

En general, preparar un artículo de la presente invención proporcionando una espuma polimérica termoplástica extruida que define al menos una cavidad, proporcionando material de aerogel e insertando el material de aerogel en una cavidad definida por la espuma polimérica termoplástica extruida.

Preparar la espuma polimérica termoplástica extruida de cualquier manera. Es común preparar la espuma polimérica termoplástica extruida formando, en primer lugar, una composición polimérica reblandecida en una extrusora. La composición polimérica tiene una fase polimérica termoplástica continua que tiene una temperatura de reblandecimiento. Los polímeros termoplásticos son como se describió antes, para los polímeros termoplásticos de la espuma polimérica termoplástica extruida. Preparar la composición polimérica reblandecida calentando la composición polimérica a una temperatura por encima de su temperatura de reblandecimiento (temperatura de transición vítrea para los polímeros amorfos, temperatura de fusión para los polímeros semi-cristalinos, y la temperatura de transición vítrea o temperatura de fusión más elevadas representadas por los polímeros termoplásticos continuos en la composición polimérica, si hay una mezcla de polímeros termoplásticos). Si aún no está presente ningún agente de soplado, introducir un agente de soplado en la composición polimérica reblandecida a una presión inicial que sea lo suficientemente alta como para impedir la espumación de la composición polimérica, con el fin de formar una composición polimérica espumable. Frecuentemente, es deseable enfriar la composición polimérica espumable hasta una temperatura de espumación que esté aún por encima de la temperatura de reblandecimiento de la composición polimérica y luego extruir la composición polimérica espumable en un ambiente que tenga una presión inferior a la presión inicial y una temperatura inferior a la temperatura de espumación. Permitir que la composición polimérica espumable se expanda para formar una espuma polimérica termoplástica extruida.

Los agentes de soplado adecuados para preparar la espuma polimérica termoplástica extruida incluyen uno cualquiera o una combinación de más de uno de los siguientes agentes: gases inorgánicos tales como dióxido de carbono, argón, nitrógeno, y aire; agentes de soplado orgánicos tales como agua, hidrocarburos alifáticos y cíclicos que tienen de uno a nueve átomos de carbono, que incluyen metano, etano, propano, n-butano, isobutano, n-pentano, isopentano, neopentano, ciclobutano y ciclopentano; alcanos y alquenos completa o parcialmente halogenados que tienen de uno a cinco átomos de carbono, preferiblemente que estén exentos de cloro (por ej., difluorometano (HFC-32), perfluorometano, fluoruro de etilo (HFC-161), 1,1-difluoroetano (HFC-152a), 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), 1,1,2,2-tetrafluoroetano (HFC-134), 1,1,1,2 tetrafluoroetano (HFC-134a), pentafluoroetano (HFC-125), perfluoroetano, 2,2-difluoropropano (HFC-272fb), 1,1,1-trifluoropropano (HFC-263fb), 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (HFC-245fa), y 1,1,1,3,3-pentafluorobutano (HFC-365mfc)); polímeros y copolímeros parcial o completamente halogenados, deseablemente polímeros y copolímeros fluorados, aún más preferiblemente polímeros y copolímeros libres de cloro. alcoholes alifáticos que tienen de uno a cinco átomos de carbono, tales como metanol, etanol, n-propanol e isopropanol; compuestos que contienen el grupo carbonilo, tales como acetona, 2-butanona y acetaldehído; compuestos que contienen el grupo éter, tales como dimetil éter, dietil éter, metil etil éter; compuestos tipo carboxilatos, tales como formiato de metilo, acetato de metilo, acetato de etilo; agentes de soplado químicos y tipo ácido carboxílico, tales como azodicarbonamida, azodiisobutironitrilo, bencenosulfo-hidrazida, 4,4-oxibenceno sulfonil semi-carbazida, p-tolueno sulfonil semi-carbazida, azodicarboxilato de bario, N,N'-dimetil-N,N'-dinitrosotereftalamida, trihidrazino triazina y bicarbonato de sodio. En una realización deseable, el agente de soplado está libre de agentes de soplado clorados y más preferiblemente libre de agentes de soplado halogenados. Los agentes de soplado halogenados, en particular, los agentes de soplado clorados, tienen el estigma de tener un efecto indeseable sobre el medioambiente. Por lo tanto, un agente de soplado que esté libre de agentes de soplado clorados o halogenados es deseable, puesto que es más aceptable desde el punto de vista de su repercusión en el medioambiente.

El uso de dióxido de carbono como agente de soplado, o uno de múltiples agentes de soplado, es deseable para formar una espuma polimérica que tenga celdas con una presión de celda inferior a la presión atmosférica. El dióxido de carbono escapa de una espuma polimérica más rápidamente de lo que permea el aire en las celdas de espuma polimérica. Como resultado, las celdas de espuma sopladas con dióxido de carbono tienen una presión inferior a la atmosférica después de que el dióxido de carbono haya escapado y hasta que el aire pueda permear al interior.

La espuma polimérica termoplástica extruida define al menos una cavidad. Definir cavidades en la espuma polimérica termoplástica extruida de cualquier forma concebible. Los medios adecuados para definir una cavidad incluyen enrutamiento, ensamblar múltiples componentes de espuma extruidos de una manera que defina una o más cavidades, y conformar en frío y/o conformar en caliente mediante compresión para formar una o más de una depresión. Está dentro del alcance de la presente invención, combinar entre sí múltiples elementos de la espuma polimérica termoplástica extruida para definir una o más de una cavidad como, se describe en el artículo de la presente invención para la espuma polimérica termoplástica extruida. Los elementos de la espuma polimérica termoplástica extruida pueden tener la misma composición y propiedades o diferente composición y/o propiedades. Otro método de introducir una cavidad es hacer un corte en la espuma polimérica termoplástica extruida, de tal modo que se cree una solapa de espuma y seguidamente retirar una parte de la espuma polimérica termoplástica extruida bajo la solapa. Por lo tanto, la solapa puede servir como una tapa para cerrar herméticamente la cavidad y sus contenidos.

La espuma polimérica termoplástica extruida puede definir una cavidad en cualquier superficie, pero típicamente define una o más cavidades en una superficie primaria de la espuma polimérica termoplástica extruida. La cavidad, o cavidades, pueden tener cualquier tamaño o forma dentro de la dimensión de la espuma polimérica termoplástica extruida. Por regla general, la cavidad (o cavidades) tienen dimensiones superiores a diez, o incluso dimensiones superiores a 100 celdas. Para ser claros, las celdas de la espuma no son "cavidades" definidas por la espuma dentro del uso del término en la presente memoria, sino que más bien están definidas por una matriz polimérica para transformar la matriz polimérica en una espuma. Las cavidades definidas por la espuma están definidas por la matriz polimérica celular, la cual incluye necesariamente celdas de espuma.

Un método particularmente deseable para definir un cavidad, o múltiples cavidades, en una espuma polimérica es usando un procedimiento de conformación en frío. La solicitud de patente de EE.UU. US2009/0062410A proporciona una descripción general de un procedimiento de conformación en frío. En general, introduce cavidades en una espuma polimérica por conformación en frío prensando un saliente de moldeo en un artículo de espuma polimérica, comprimiendo de este modo una parte del artículo de espuma polimérica contra el saliente para crear una cavidad. El prensado y la compresión tienen lugar a una temperatura inferior a la temperatura de reblandecimiento de la espuma polimérica, típicamente a, o cerca de, la temperatura ambiente (aproximadamente 25°C), de ahí el nombre conformación en "frío".

La conformación en frío ofrece un artículo particularmente deseable de la presente invención, porque al comprimir el artículo de espuma polimérica para formar las cavidades se densifica la parte de la espuma entre la cavidad y la superficie externa de la espuma opuesta a la superficie de espuma en la que la cavidad está impresa. Esa parte densa tiene el beneficio de una mayor durabilidad que la de la espuma no comprimida circundante y de ahí que ofrezca una protección mejorada del material de aerogel que reside en la cavidad del artículo final, frente a las fuerzas aplicadas desde el exterior de la espuma. La parte densa de espuma tiene, en promedio, una mayor densidad que la de la espuma.

Para conformar en frío cavidades, es ideal usar una espuma polimérica termoplástica extruida que tenga una cualquiera, cualquier combinación de dos, tres o que tenga todas las cuatro de las siguientes características: (a) una presión de celda (presión dentro de las celdas de la espuma) que esté por debajo de una atmósfera, preferiblemente de 0,75 atmósferas o menos; (b) un mayor contenido de celdas abiertas más próximo a la superficie impresa por un molde para formar una cavidad (es decir, una "superficie de impresión") que a una superficie opuesta a la superficie de impresión, que tiene preferiblemente un contenido de celdas abiertas graduado; (c) una menor densidad más próxima a una superficie de impresión que a la superficie opuesta a la superficie de impresión, que tiene preferiblemente una densidad graduada; y (d) un equilibrio compresivo anisotrópico con un mayor equilibrio compresivo en la dimensión de compresión que en las dimensiones ortogonales a la compresión. La primera característica (presión de celda) facilita la compresión sin fracturar la espuma que rodea las partes comprimidas de la espuma. Las ventajas de (b) y (c) se explicaron previamente en el análisis de las propiedades de la espuma polimérica extruida. El beneficio de (d) es que éste potencia el pandeo plástico frente al elástico de las paredes de celda durante la compresión de conformación en frío.

Proporcionar material de aerogel e insertar el material de aerogel dentro de una cavidad definida por la espuma polimérica termoplástica extruida. Es aceptable insertar más de un material de aerogel en una sola cavidad, incluyendo más de un tipo de material de aerogel (por ejemplo, una combinación de hoja de metal y aerogel o dos tipos diferentes de materiales de aerogel). También, es aceptable insertar material de aerogel en más de una cavidad, si la espuma polimérica extruida define más de una cavidad.

Los artículos de la presente invención son particularmente útiles como materiales de aislamiento térmico. Un método de usar los presentes artículos, es proporcionar el artículo y luego colocar el artículo como una barrera entre dos áreas diferentes. Por ejemplo, colocar los artículos de la presente invención sobre una pared de una estructura de un edificio para aislar térmicamente el interior de la estructura del exterior de la estructura. Como otro ejemplo, colocar los artículos de la presente invención como paredes alrededor de un contenedor para aislar térmicamente el interior del contenedor del exterior del contenedor.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos sirven para ilustrar con más detalle realizaciones las específicas de la presente invención.

Proporcionar una plancha de espuma polimérica extruida (110 mm de espesor, 600 mm de anchura, 2.200 mm de longitud) que tenga una presión de celda por debajo de la presión atmosférica, un equilibrio compresivo anisotrópico con un alto equilibrio compresivo vertical, un gradiente de densidad de aproximadamente 19% del núcleo a la superficie (el núcleo tiene una densidad de 19% inferior a la de la superficie) y un gradiente de contenido de celdas abiertas de tal modo que el núcleo tenga un mayor contenido de celdas abiertas que la superficie. Una de estas espumas es una espuma recién espumada absorbente de energía de marca IMPAXX™ 300 (IMPAXX es una marca comercial de The Dow Chemical Company). La espuma tiene una densidad media de 35 kg/m³ y una resistencia a la compresión a 23°C de 345 kPa a 10% de compresión, 375 kPa a 25% de compresión y 434 kPa a 50% de compresión, según la norma ASTM D1621. Cortar las planchas a lo largo (en paralelo a la superficie primaria) por el medio del espesor de la plancha para crear dos tableros de espuma que tengan un espesor de aproximadamente 55

5 mm. Las superficies cortadas muestran el núcleo de la espuma, el cual tiene una menor densidad y un mayor contenido de celdas abiertas que la superficie opuesta sin cortar, y sirven como superficies de impresión para las espumas. Retirar la espuma de la superficie sin contar opuesta a la superficie cortada (superficie de impresión) a una profundidad de 7 mm. Cortar la espuma sin piel resultante, usando una sierra de alambre abrasiva Baumer para producir un artículo de espuma polimérica que tenga una longitud y anchura de 305 mm y un espesor de 53 mm, para producir una lámina de espuma conformada en frío. Preparar dos láminas de espuma conformada en frío para cada muestra.

10 Proporcionar un instrumento de moldeo formador de cavidad, con dimensiones de 300 mm por 200 mm por 60 mm de espesor y que define 16 salientes cuadrados de 59,12 mm por 59,12 mm que se extienden 30 mm desde la base, salientes espaciados y separados equitativamente entre sí por un espacio de 12,7 mm. Este instrumento de moldeo formador de cavidad se puede preparar como un instrumento prototipo rápido que comprende ABS como se diseña y construye usando un procedimiento de modelado por deposición fundida Maxum.

15 Montar el instrumento de moldeo formador de cavidad en un plato móvil sobre una máquina de moldeo por compresión Carver. Colocar una lámina de espuma conformada en frío sobre el plato estacionario de la máquina de moldeo por compresión, con la superficie de impresión de cara al instrumento de moldeo formador de cavidad. Con la lámina de espuma conformada en frío y el instrumento de moldeo formador de cavidad a temperatura ambiente (aproximadamente 25°C), comprimir con el instrumento de moldeo formador de cavidad la lámina de espuma conformada en frío con 66,7 kilonewtons (kN) (15.000 libras) de fuerza sostenida a una velocidad de bombeo de 90%, luego soltar la compresión y retirar la lámina de espuma conformada en frío. La lámina de espuma conformada en frío tienen 16 cavidades equitativamente espaciadas, correspondientes a 16 salientes en el instrumento de moldeo formador de cavidad, con una profundidad de aproximadamente 28 mm. La lámina de espuma conformada en frío resultante sirve como una espuma cavidad y tiene una apariencia similar a la espuma extruida **10** de la Figura 1.

25 Repetir el procedimiento sobre una segunda lámina de espuma conformada en frío, usando en cambio un instrumento de moldeo formador de tapa de un instrumento de moldeo formador de cavidad. El instrumento de moldeo formador de tapa, tiene 16 cavidades cuadradas con dimensiones de 59,08 mm por 59,08 mm por 10,02 mm de profundidad, separados entre sí por 12,74 mm de tal modo que se acoplen a los salientes del instrumento de moldeo formador de cavidad. Comprimir el instrumento de moldeo formador de tapa contra la superficie de impresión de la segunda lámina de espuma conformada en frío, usando la máquina de moldeo por compresión Carver a 66,7 kN (15.000 libras) de fuerza sostenida para formar 16 salientes en la lámina de espuma conformada en frío, que se extienden aproximadamente nueve mm por encima de la superficie comprimida perfilando los salientes. La lámina de espuma conformada en frío resultante sirve como una espuma tapa y tiene una apariencia similar a la espuma extruida **30** de la Figura 1.

35 La espuma tapa se acopla con la espuma cavidad de tal modo que los salientes de la espuma tapa encajan dentro y cierran herméticamente las cavidades de la espuma cavidad para formar 16 cavidades encerradas, como se ilustra con las espumas extruidas **10** y **30** de la Figura 1.

Ejemplo comparativo A. Medir la conductividad térmica de la espuma cavidad acoplada a la espuma tapa, pero sin incluir aerogel. Acoplar los tableros de espuma polimérica extruida de tal modo que las protusiones se extiendan al interior de las cavidades y el tablero con las protusiones cierre herméticamente las cavidades.

40 **Ejemplo 1.** Repetir el Ejemplo comparativo (Ej. comp.) A, excepto que se inserta material de aerogel (Spaceloft™-9251, Spaceloft es una marca comercial de Aspen Aerogels) a un espesor de nueve milímetros en cada cavidad de la espuma cavidad, antes de acoplar la espuma cavidad con la espuma tapa. El aerogel en el artículo final es encapsulado dentro de la composición del tablero de espuma polimérica termoplástica extruida.

45 **Ejemplo 2.** Repetir el Ejemplo 1, pero incluir adicionalmente una capa de 50 micrómetros de espesor de una hoja de aluminio en cada cavidad después de insertar el aerogel pero antes de acoplar la espuma cavidad con la espuma tapa.

Ejemplo 3. Repetir el Ejemplo 1, excepto que se inserta el material de aerogel a un espesor de 18 milímetros en cada cavidad.

50 **Ejemplo 4.** Repetir el Ejemplo 3, pero incluir adicionalmente una capa de 50 micrómetros de espesor de una hoja de aluminio en cada cavidad después de insertar el aerogel pero antes de acoplar la espuma cavidad con la espuma tapa.

Medir la conductividad térmica de cada una de las muestras según la norma ASTM C-578 y el módulo de compresión de cada muestra según la norma EN-826. La Tabla 1, contiene los resultados de las muestras.

Tabla 1

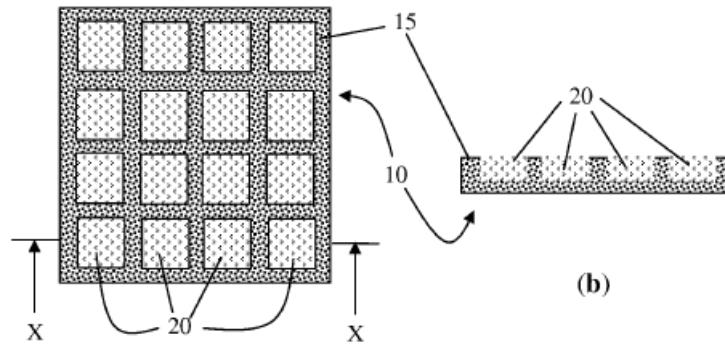
Muestra	Descripción	Conductividad térmica (mW/m ² *K)	Módulo de compresión (kilopascales)
Ej. Comp. A	Espuma extruida con cavidades	45	2.230
Ej. 1	Espuma extruida con cavidades que contienen 9 mm de aerogel	33	2.260
Ej. 2	Espuma extruida con cavidades que contienen 9 mm de aerogel y 50 micrómetros de hoja de aluminio	30	2.380
Ej. 3	Espuma extruida con cavidades que contienen 18 mm de aerogel	27	2.640
Ej. 4	Espuma extruida con cavidades que contienen 18 mm de aerogel y 50 micrómetros de hoja de aluminio	27	2.230

- 5 Estos resultados ilustran un número de aspectos de la presente invención. Primero, el incluir el aerogel en las cavidades disminuye de forma drástica la conductividad térmica del artículo de espuma polimérica termoplástica extruida y a un valor inferior al de la espuma extruida sólida o al de la espuma extruida con cavidades vacías. Incluir únicamente nueve milímetros de aerogel en las cavidades reduce la conductividad térmica del artículo hasta 33 mW/m²*K (Ej. 1). Incluir 18 mm de aerogel en las cavidades reduce la conductividad térmica del artículo hasta 27 mW/m²*K (Ej. 2). Ambas de estas conductividades térmicas están por debajo de la de la espuma sola, ya sea con cavidades o sin cavidades.
- 10 Segundo, la resistencia a la compresión de los artículos de espuma polimérica termoplástica extruida en realidad aumentan con la inclusión de aerogel, lo cual es evidencia no sólo del aspecto protector de encerrar el aerogel en espuma polimérica termoplástica extruida, sino que la combinación en realidad aumenta la resistencia del artículo.
- 15 Tercero, la inclusión de 50 micrómetros de hoja de aluminio en combinación con aerogel en las cavidades además puede disminuir la conductividad térmica a lo largo del artículo de espuma, incluso por encima del artículo de espuma que contiene únicamente el material de aerogel, en particular en materiales de aerogel más delgados.
- Sorprendentemente, los ejemplos logran valores de conductividad térmica inferiores a 35 mW/m²*K, incluso inferiores a 30 mW/m²*K con ausencia de agente de soplado halogenado.
- 20 Todos los ejemplos ilustran una reducción drástica de la conductividad térmica, incluso por encima de la espuma extruida sólida antes de definir las cavidades (36 mW/m²*K) al tiempo que se mantiene un módulo de compresión, claramente por encima al de los materiales de aerogel (inferior a 100 kPa). El mayor módulo de compresión de la espuma polimérica termoplástica extruida protege al material de aerogel más débil en los artículos de la presente invención, al tiempo que el material de aerogel reduce la conductividad térmica a lo largo del artículo.

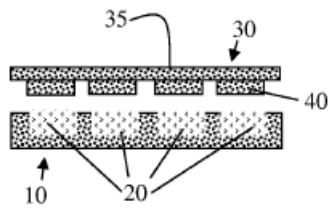
REIVINDICACIONES

1. Un artículo de manufactura, que comprende:
- a. una espuma polimérica termoplástica extruida que tiene una matriz polimérica termoplástica que define una multitud de celdas, definiendo la espuma polimérica termoplástica extruida al menos una cavidad; y
 - b. material de aerogel que reside dentro de al menos una cavidad de la espuma polimérica termoplástica extruida.
- 5
2. El artículo según la reivindicación 1, en donde la espuma polimérica termoplástica extruida está libre de agentes de soplado halogenados y tiene una conductividad térmica de 35 milivatios por metro por Kelvin o inferior.
3. El artículo según la reivindicación 1, en donde la espuma polimérica termoplástica extruida define múltiples cavidades diferenciadas y residiendo dentro de más de una cavidad diferenciada están los materiales de aerogel.
- 10
4. El artículo según la reivindicación 1, en donde el material de aerogel está completamente encerrado dentro de la espuma polimérica termoplástica extruida.
5. El artículo según la reivindicación 1, en donde al menos una cavidad de la espuma polimérica termoplástica extruida incluye tanto el aerogel como el material aislante adicional.
- 15
6. El artículo según la reivindicación 1, en donde la espuma polimérica termoplástica extruida tiene la primera y la segunda superficies opuestas con al menos una cavidad definida en una primera superficie y en donde la parte de la espuma polimérica termoplástica extruida entre la cavidad y la segunda superficie, tiene una mayor densidad en promedio que la espuma polimérica termoplástica extruida.
7. El artículo según la reivindicación 1, en donde el aerogel está encerrado en un entorno metálico o polimérico y la combinación del entorno y el aerogel reside en una cavidad.
- 20
8. Un procedimiento para fabricar el artículo según la reivindicación 1, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas: (a) proporcionar una espuma polimérica termoplástica extruida que define al menos una cavidad; (b) proporcionar material de aerogel; y (c) insertar el material de aerogel en una cavidad definida por la espuma polimérica termoplástica extruida
- 25
9. El procedimiento según la reivindicación 8, en donde la etapa (a) incluye extruir la espuma polimérica en ausencia de agente de soplado halogenado.
10. El procedimiento según la reivindicación 8, en donde la espuma polimérica define múltiples cavidades diferenciadas y la etapa (b) incluye proporcionar múltiples materiales de aerogel y la etapa (c) que incluye insertar materiales de aerogel en múltiples cavidades diferenciadas de la espuma polimérica.
- 30
11. El procedimiento según la reivindicación 8, en donde la etapa (a) incluye conformar en frío al menos una cavidad en la espuma polimérica termoplástica extruida.
12. El procedimiento según la reivindicación 8, que además incluye la etapa (d) de encerrar el material de aerogel dentro de la cavidad con la espuma polimérica termoplástica extruida.
- 35
13. El artículo según la reivindicación 8, que incluye añadir a al menos una cavidad de la espuma polimérica termoplástica extruida, tanto el material aerogel como un material aislante adicional.
14. Un procedimiento para usar el artículo según la reivindicación 1, que comprenden las etapas: (a) proporcionar un artículo según la reivindicación 1; y (b) colocar el artículo según la reivindicación 1, como una barrera entre dos áreas diferentes.

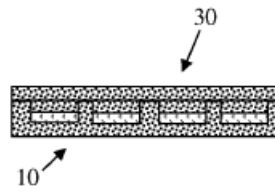
Figura 1



(a)



(c)



(d)