

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 464 120**

51 Int. Cl.:

B32B 38/04 (2006.01)

B32B 5/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2009 E 09792686 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2014 EP 2331327**

54 Título: **Espuma acústica perforada laminada**

30 Prioridad:

29.09.2008 US 100830 P

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

30.05.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KOENIG, JEAN-FRANCOIS y
WILHELM, FERNAND**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 464 120 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 acústica perforada laminada

Antecedentes de la invención**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a una espuma polimérica útil para la atenuación acústica.

Descripción de la técnica relacionada

Se desea aumentar la eficacia en términos de coste y tiempo de la producción de espuma gruesa útil para producir atenuación acústica (espuma acústica). El tiempo y el coste tienden a aumentar drásticamente al aumentar el grosor de la espuma porque la producción se vuelve más complicada. La dificultad principal con el aumento del grosor de una espuma acústica está en la etapa de perforación de la espuma.

A menudo las espumas acústicas se perforan para facilitar la disipación del agente de soplado y reducir la resistividad del flujo de aire. La disipación del agente de soplado es conveniente para intercambiar el agente de soplado que puede ser inflamable o indeseable de otra forma, con el aire. Véase, por ejemplo, la patente de EE.UU. (USP) 5.585.058. Las espumas acústicas supuestamente también requieren una estructura sustancialmente de celdas abiertas y una resistividad al flujo de aire relativamente baja para ser acústicamente activas (véase, por ejemplo, el documento USP 6720362 en la columna 1, líneas 41-44 y columna 10, líneas 29-31. El documento WO2007/069990 se refiere a un método para hacer agujeros en una capa de material termofusible. Se pone una capa de material absorbente en contacto con el material termofusible.

La perforación de la espuma se hace más difícil a medida que aumenta el grosor de la espuma. Los rodillos que contienen púas pueden ser adecuados para perforar espumas finas haciendo rodar las púas sobre la espuma y marcando las púas en la espuma. Dicha técnica se vuelve problemática con espumas más gruesas si las perforaciones van a alcanzar una profundidad apreciable. La perforación de una distancia apreciable en espumas gruesas requiere púas o agujas relativamente largas. El hacer rodar púas largas en una espuma tiende a rasgar la espuma cuando las púas entran y salen de la espuma. Por lo tanto, la perforación de espumas gruesas requiere atravesar la espuma en una sola dirección sobre un lecho de agujas (o agujas en la espuma) y después sacar las agujas fuera de la espuma en la misma dirección. Es difícil incorporar dicho procedimiento de perforación en un procedimiento continuo, de modo que la eficacia disminuye en lo que se refiere al tiempo de fabricación. Además, el coste del equipamiento para atravesar la espuma con un lecho de agujas tiende a ser tanto como diez veces el de un rodillo que contiene púas. Por lo tanto, la eficacia disminuye también desde de la perspectiva del coste.

La disipación del agente de soplado también se hace más problemática a medida que aumenta el espesor de la espuma. Los canales de perforación, a través de los cuales viaja el agente de soplado para escapar de las celdas internas de una espuma, se hacen más largos y más tortuosos a medida que aumenta el grosor de la espuma. El gas tarda más en permear a través de un canal más largo y más tortuoso que a través de un canal más corto y menos tortuoso. Las espumas más gruesas requieren canales de perforación más largos para alcanzar las celdas internas. Como resultado, cuanto más largo es el canal de perforación, más tarda el agente de soplado en encontrar su salida de la espuma. Por lo tanto, incluso cuando están perforadas, las espumas más gruesas tienden a sufrir una disipación del agente de soplado más lenta que las espumas más finas que están perforadas. Cuanto más lenta es la disipación del agente de soplado, más tiempo debe almacenarse la espuma antes de venderla. Como resultado, la disipación lenta del agente de soplado es indeseablemente costosa en tiempo y dinero.

A pesar de los inconvenientes para preparar espumas más gruesas, es conveniente aumentar el grosor de la espuma. El aumento del grosor de la espuma tiende a aumentar la capacidad de amortiguación acústica, en particular en intervalos de frecuencia baja.

Es deseable poder aumentar el grosor de la espuma acústica sin tener que experimentar las dificultades de perforación de la espuma y de disipación del agente de soplado asociadas típicamente con espumas acústicas más gruesas, mientras que se mantiene o mejora la actividad acústica de la espuma polimérica.

Breve resumen de la invención

La presente invención proporciona un procedimiento para preparar espuma acústica de un grosor dado con la eficacia de la perforación y disipación del agente de soplado de una espuma más fina. Un resultado sorprendente de la presente invención es que las espumas acústicas perforadas se pueden laminar juntas para formar una espuma acústica más gruesa que consigue propiedades acústicas similares a las de una espuma perforada no laminada de grosor similar. El resultado es sorprendente en vista del hecho de que no es probable que los canales de perforación de una primera espuma perforada se alineen perfectamente con canales de perforación de una segunda espuma perforada que se lamina con la primera espuma perforada. Como resultado, la resistividad del flujo de aire a través de una espuma laminada debería ser notablemente mayor que la resistividad del flujo de aire a través de una espuma perforada no laminada del mismo grosor. Basándose en el conocimiento previo, se podría esperar

entonces que la espuma laminada tuviera una actividad acústica menor que la espuma no laminada. Las espumas acústicas de la presente invención ilustran que este resultado esperado no es el caso.

Incluso es más sorprendente el hecho de que la presente invención puede conseguir estos resultados a partir de una espuma que tiene un contenido de celdas abiertas menor de 30%, incluso una espuma que tiene un contenido de celdas abiertas menor de 10%.

En un primer aspecto, la presente invención es un método para preparar una espuma acústica que comprende las siguientes etapas: (a) proporcionar al menos dos espumas poliméricas iniciales, teniendo cada una superficies principales opuestas; (b) perforar las espumas poliméricas iniciales a través de una superficie principal completamente a través de la espuma y a través de la superficie principal opuesta para formar espumas poliméricas perforadas que tienen canales de perforación que se extienden de una forma continua y lineal completamente a través de la espuma polimérica perforada; y (c) laminar las espumas poliméricas perforadas juntas de modo que una superficie perforada de una espuma polimérica perforada se adhiere a una superficie perforada de otra espuma polimérica perforada.

Realizaciones deseables del primer aspecto incluyen una cualquiera o la combinación de más de una de las siguientes características: las espumas poliméricas perforadas tienen un tamaño de celdas medio de al menos 4 milímetros según el método ASTM D3576; las espumas poliméricas tienen un contenido de celdas abiertas menor de 30 por ciento según el método ASTM D6226-05; las espumas poliméricas iniciales tienen cada una un grosor de 30 milímetros o menos; la etapa (b) comprende comprimir las espumas poliméricas iniciales en un estado comprimido y después perforar las espumas poliméricas iniciales mientras están en un estado comprimido, en especial, en donde la perforación se produce aplicando un rodillo con múltiples púas que se extienden hacia fuera del rodillo a cada espuma polimérica inicial, de modo que las púas penetran a través de la espuma polimérica inicial cuando la espuma polimérica inicial se desplaza bajo el rodillo, e incluso más preferiblemente, en donde el rodillo tiene un lado de espuma preperforación y un lado de espuma perforada y un peine de varillas expulsa la espuma perforada de las púas, comprendiendo varillas que se extienden hasta el rodillo desde el lado de espuma perforada y residen entre el rodillo y la espuma polimérica perforada; la etapa (b) introduce perforaciones suficientes para producir una espuma polimérica perforada que tiene una densidad de perforaciones de al menos 0,8 perforaciones por centímetro cuadrado de superficie principal perforada; la densidad de perforación es 2 perforaciones o menos por cm^2 de superficie principal perforada; y la etapa (c) comprende calentar una o ambas superficies principales que se van a adherir entre sí, suficientemente para ablandar la espuma polimérica perforada en la superficie o las superficies, y después poner en contacto entre sí las superficies principales de las espumas poliméricas perforadas, en particular en donde la etapa (c) comprende soldar por fusión entre sí las superficies principales de las espumas poliméricas perforadas en ausencia de cualquier adhesivo entre las superficies perforadas o las espumas poliméricas perforadas, distinto de la composición polimérica ablandada de una o más de las espumas poliméricas perforadas.

En un segundo aspecto, la presente invención es una espuma acústica que comprende dos o más espumas poliméricas perforadas que tienen superficies perforadas opuestas con al menos una superficie perforada laminada con una superficie perforada de otra espuma polimérica perforada, en donde cada espuma polimérica perforada comprende perforaciones que se extienden de una forma lineal continua a través de la espuma polimérica perforada entera, pero solo algunos de los canales de perforación en cualquiera de las espumas poliméricas perforadas se extienden de una forma lineal continua sin restricción completamente a través de la espuma polimérica acústica.

Realizaciones deseables del segundo aspecto incluyen una cualquiera o la combinación de más de una de las siguientes características: las espumas poliméricas perforadas tienen un tamaño de celdas medio de al menos 4 milímetros según el método ASTM D3576; y las espumas poliméricas perforadas tienen una densidad de perforaciones de al menos 0,8 perforaciones por cm^2 de superficie principal de espuma polimérica perforada, en especial en donde al menos una de las espumas poliméricas tiene una densidad de perforaciones de 2 perforaciones por cm^2 o menos.

El procedimiento de la presente invención es útil para preparar la espuma polimérica acústica de la presente invención. La espuma polimérica acústica de la presente invención es útil para usar como un material de amortiguación acústica en aplicaciones tales como vehículos, edificios y maquinaria.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra los espectros de rendimiento acústico para los ejemplos comparativos A y B y el ejemplo 1.

Descripción detallada de la invención

ASTM se refiere a la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales; Los métodos de pruebas de la ASTM especifican el año del método de prueba usando un sufijo unido por guión o corresponden al método de prueba más reciente hasta la fecha de prioridad de este documento.

"Acústicamente activo" en relación con una espuma polimérica se refiere a una espuma que tiene un coeficiente de reducción del ruido (NRC) de 0,3 o mayor, de acuerdo con el procedimiento de prueba del método ASTM C423.

"Espuma polimérica acústicamente activa", "espuma polimérica acústica" y "espuma acústica" son todos sinónimos en este documento.

5 La "superficie primaria" de una espuma polimérica es una superficie que tiene un área superficial plana igual al área superficial plana mayor de cualquier superficie de la espuma polimérica. Un área superficial plana es el área de una superficie cuando se proyecta sobre un plano y corresponde al área superficial de la superficie como si la superficie fuera perfectamente plana.

La "superficie principal" de una espuma polimérica es una superficie primaria de la espuma así como una superficie opuesta a la superficie primaria. Ambas superficies principales pueden ser superficies primarias, pero solo una es necesariamente una superficie primaria.

10 El "grosor" de la espuma polimérica es la distancia entre las superficies principales de la espuma que se extiende perpendicular a una superficie primaria de la espuma.

La "densidad de perforaciones" corresponde al número de perforaciones en un área superficial dada de una superficie de la espuma, típicamente en una superficie principal de la espuma.

15 El "canal de perforación" corresponde al conducto formado en una espuma polimérica tras la perforación de la espuma polimérica.

20 El procedimiento de la presente invención comprende proporcionar al menos dos espumas poliméricas iniciales, cada una con superficies principales opuestas. El procedimiento incluye perforar las espumas poliméricas iniciales para formar espumas poliméricas perforadas. Las espumas poliméricas iniciales y las espumas poliméricas perforadas son similares en propiedades tales como composición, tamaño medio de celdas y grosor. La diferencia entre las espumas poliméricas iniciales y las espumas poliméricas perforadas es solo la mayor extensión de perforación en la espuma polimérica perforada. Por lo tanto, las siguientes propiedades de la espuma para la "espuma polimérica" se aplican tanto a las espumas poliméricas iniciales como a las espumas poliméricas perforadas, así como a las espumas acústicas de la presente invención, salvo que se indique otra cosa.

25 Las espumas poliméricas comprenden una matriz polimérica con celdas dispersas en la misma. La matriz polimérica contiene una composición de polímero que forma una fase continua en la matriz de polímero. La composición de polímero puede ser termoplástica, termoestable o una combinación de carácter termoplástico y termoestable. De forma conveniente, la composición de polímero es principalmente termoplástica, lo que significa que más de 50 por ciento en peso (% en peso), preferiblemente 75% en peso o más, todavía más preferiblemente 90% en peso o más y posiblemente 100% en peso del polímero, es termoplástico, basado en el peso total de la composición de polímero.

30 De forma conveniente, los polímeros termoplásticos incluyen polímeros de monómeros de alqueno aromáticos (polímeros de alqueno aromáticos), polímeros de olefinas (poliolefinas) y mezclas de los mismos. De forma particularmente conveniente, los polímeros de alqueno aromáticos incluyen homopolímeros y copolímeros estirénicos (denominados conjuntamente "polímeros") y mezclas de los mismos. Los polímeros de alqueno aromáticos de ejemplo incluyen homopolímero de poliestireno y copolímero de estireno-acrilonitrilo. Los ejemplos de poliolefinas incluyen polímeros de propileno y polímeros de etileno y mezclas de los mismos.

35 En una realización deseable, la composición de polímero de al menos una y preferiblemente cada una de las espumas poliméricas iniciales es 90% o más de homopolímero de etileno basado en el peso de la composición de polímero.

40 En una realización deseable, la composición de polímero de al menos una y preferiblemente cada una de las espumas poliméricas iniciales se selecciona de una o una combinación de más de un homopolímero de etileno, homopolímero de propileno y copolímero de etileno/propileno.

45 La matriz de polímero puede comprender aditivos además de la composición de polímero. Los aditivos en general se dispersan dentro de la composición de polímero que compone la matriz de polímero. Los aditivos aceptables incluyen uno cualquiera o cualquier combinación de más de uno de los siguientes: 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 de nucleación (*por ejemplo*, talco y silicato de magnesio); agentes ignífugos (*por ejemplo*, agentes ignífugos bromados tales como polímeros bromados, hexabromociclododecano, 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); agentes captadores de ácidos (*por ejemplo*, óxido de magnesio y pirofosfato de tetrasodio); colorantes; y pigmentos.

55 Para las propiedades de atenuación acústica óptimas, las espumas poliméricas iniciales tienen, de forma conveniente, un tamaño de celdas medio que es 2 mm o mayor, preferiblemente 3 mm o mayor, todavía más preferiblemente 4 mm o mayor, incluso más preferiblemente 6 mm o mayor y puede ser 7 mm o mayor. El tamaño de celdas medio de una espuma polimérica necesariamente es menor que el grosor de la espuma y típicamente es de 12 mm o menor, y a menudo es 10 mm o menor. Son convenientes tamaños de celdas mayores para permitir

suficiente movimiento de aire dentro de las celdas para acomodar y amortiguar las ondas de compresión asociadas con las ondas acústicas. Además, las celdas más grandes pueden acomodar más de una perforación si la densidad de perforaciones es suficientemente alta, y el acomodar más de un canal de perforación en una sola celda asocia los canales de perforación y permite que el movimiento de compresión del aire dentro de la celda se propague en ambos canales de perforación. El tamaño medio de celdas se determina usando el procedimiento general ASTM D3576.

Las espumas poliméricas iniciales pueden tener cualquier cantidad de contenido de celdas abiertas, incluyendo 0%, 100% y cualquier cantidad entre estas. En general, las espumas poliméricas iniciales tienen un contenido de celdas abiertas de 30% o menos, más típicamente de 20% o menos, 10% o menos, incluso 5% o menos, o 0% de contenido de celdas abiertas. El contenido de celdas abiertas en porcentaje se determina de acuerdo con el procedimiento general del método ASTM D6226-05.

Tanto las espumas poliméricas iniciales como perforadas son más finas que la espuma acústica de la presente invención y, por lo tanto, proporcionan un beneficio deseable en la preparación de espumas acústicas de la presente invención. Las espumas poliméricas más finas intercambian ventajosamente agente de soplado de dentro de las celdas con aire más rápido que las espumas poliméricas más gruesas. A menudo, las espumas poliméricas acústicas se preparan con agentes de soplado inflamables y deben ser "curadas" para permitir que el aire se intercambie con agente de soplado en las celdas. El curado requiere el almacenamiento de las espumas poliméricas a una temperatura elevada hasta que el intercambio de agente de soplado/aire es completo. La perforación de una espuma polimérica acelera el intercambio de agente de soplado/aire. La reducción del grosor de una espuma polimérica también acelera el intercambio de agente de soplado/aire y facilita la perforación de la espuma permitiendo técnicas de perforación con rodillo que no se pueden aplicar a espumas más gruesas. El procedimiento de la presente invención se beneficia ventajosamente de una velocidad de curado rápida y facilidad de perforación asociados con las espumas poliméricas finas, mientras que tiene el beneficio de producir espuma polimérica acústica gruesa. Las espumas poliméricas iniciales y perforadas tienen convenientemente un grosor de 30 milímetros (mm) o menos, preferiblemente 20 mm o menos, y lo más preferiblemente 10 mm o menos. En general, aunque no es necesario, las espumas poliméricas iniciales y perforadas tienen un grosor de 1 mm o más.

El presente procedimiento requiere perforar la espuma polimérica inicial para preparar una espuma polimérica perforada. Las espumas poliméricas iniciales pueden contener perforaciones, pero típicamente carecen de perforaciones. En cualquiera de los casos, la espuma polimérica perforada comprende más perforaciones que la espuma polimérica inicial.

Cualquier técnica de perforación conocida o desarrollada posteriormente que sea capaz de perforar la espuma polimérica es adecuada para perforar las espumas poliméricas iniciales. Las técnicas de perforación incluyen aplicar un rodillo que contiene agujas sobre o bajo una espuma polimérica, introducir un lecho de agujas en una espuma polimérica y después separar las agujas de la espuma polimérica, o someter una espuma polimérica a una o una serie de agujas que se insertan y retiran repetidamente de una espuma polimérica a medida que la espuma se desplaza bajo las agujas (técnica de máquina de coser). La profundidad de la perforación es convenientemente completamente a través de una espuma inicial (a través de ambas superficies principales opuestas). Convenientemente, la mayoría (más de 50%) de las perforaciones se extienden completamente a través de la espuma perforada y típicamente todas las perforaciones se extienden completamente a través de la espuma polimérica perforada. Un canal de perforación particular se extiende en su profundidad de perforación de una forma lineal continua en una espuma polimérica perforada.

Una técnica de perforación conveniente ("técnica de rodillo") es dirigir una espuma polimérica inicial bajo un rodillo que tiene púas (agujas) que se extienden hacia fuera del rodillo de modo que cuando la espuma se desplaza bajo el rodillo, las púas perforan la espuma polimérica inicial, típicamente a través de una superficie principal. Es todavía más conveniente si el rodillo comprime simultáneamente la espuma polimérica inicial cuando la perfora, reduciendo así la longitud de la aguja necesaria para extenderse en o a través de la espuma polimérica inicial. La cantidad de púas y la colocación de las púas en el rodillo dictan un patrón de perforaciones y una densidad de perforaciones en la espuma polimérica perforada resultante. El patrón de perforaciones puede tener una densidad de perforaciones uniforme o una densidad de perforaciones no uniforme. Convenientemente, el rodillo se extiende y comprime completamente a lo ancho de la espuma polimérica inicial. Además, es conveniente que el rodillo aplique perforaciones en una variedad de sitios todo a lo ancho de la espuma polimérica.

Cuando se usa una técnica de rodillo para perforar una espuma inicial, es conveniente usar un dispositivo de expulsión para separar la espuma perforada de las púas (o agujas) después de la perforación. El rodillo que contiene púas tiene un lado de espuma preperforación y un lado de espuma perforada. El lado de espuma preperforación es el lado por el que se acerca la espuma inicial al rodillo. El lado de espuma perforada es el lado por el que sale la espuma perforada de debajo del rodillo. Es conveniente colocar un dispositivo de expulsión en el lado de espuma perforada del rodillo de forma que al menos una parte del dispositivo de expulsión se extienda hasta el rodillo entre el rodillo y la espuma perforada. El dispositivo de expulsión sirve, por lo tanto, para separar (expulsar) la espuma perforada de las púas en el rodillo cuando sale de debajo del rodillo. Un dispositivo de expulsión particularmente conveniente es un peine que comprende múltiples varillas, preferiblemente varillas de metal, que se extienden entre filas de púas en el rodillo a una posición entre la espuma perforada que sale de debajo del rodillo y el propio rodillo.

Convenientemente, el peine es tan ancho como la espuma polimérica perforada que se separa del rodillo, para separar eficazmente la espuma polimérica de las púas en el rodillo.

5 En la presente memoria, la referencia a "debajo del rodillo" es relativa y no limitante, lo que significa que puede significar igualmente "encima del rodillo" si la perforación se produce pasando una espuma inicial sobre un rodillo de púas. Además, las enseñanzas se aplican igualmente a un método de perforación de la espuma inicial, por perforación a través de una espuma con rodillos que contienen púas encima y debajo de la espuma, así como a la perforación de múltiples espumas con un solo rodillo que contiene púas, pasando las espumas por encima y debajo del mismo rodillo.

10 Una ventaja del procedimiento de la presente invención frente a otros métodos de preparación de una espuma acústica gruesa es que las espumas acústicas de grosor sustancial se pueden hacer usando técnicas de perforación de tiempo y coste eficaces, que no son adecuadas para espumas más gruesas. Por ejemplo, un aparato de perforación de tipo rodillo es útil para espumas finas pero no es adecuado para espumas gruesas. Además, el aparato de perforación de tipo rodillo puede costar la décima parte del precio de un equipamiento para usar un procedimiento de perforación de tipo máquina de coser que es adecuado para espumas gruesas.

15 La densidad de las perforaciones es una medida del número de perforaciones por unidad de área de la superficie perforada, típicamente la superficie principal perforada. Las espumas poliméricas perforadas de la presente invención tienen convenientemente una densidad de perforaciones de al menos 0,8 perforaciones por cm^2 de superficie perforada. El aumento de la densidad de perforaciones en general aumenta tanto la velocidad de intercambio de agente de soplado/aire de la espuma polimérica perforada como las propiedades acústicas de la
 20 espuma polimérica acústica. Convenientemente, las densidades de perforaciones incluyen 1 perforación o más, preferiblemente 1,25 perforaciones o más, todavía más preferiblemente 1,5 perforaciones o más, e incluso más preferiblemente 2 perforaciones o más por cm^2 de superficie perforada. Un límite superior de la densidad de perforaciones depende principalmente de limitaciones técnicas más que de limitaciones de rendimiento. No obstante, las espumas poliméricas perforadas para usar en el presente procedimiento en general tienen una
 25 densidad de perforaciones de 3 perforaciones por cm^2 o menos, típicamente 2 perforaciones por cm^2 de superficie perforada o menos. Para la presente invención, la superficie perforada es convenientemente una superficie principal de la espuma polimérica.

30 El diámetro o anchura de las agujas usadas para perforar la espuma polimérica inicial ayuda a definir el tamaño del canal de perforación cuando la aguja que se introduce en la espuma polimérica inicial. Típicamente, el diámetro o anchura de las agujas usadas para perforar la espuma polimérica inicial es 1 mm o mayor, preferiblemente 2 mm o mayor. Son convenientes tamaños de agujas grandes porque abren la espuma para un mejor flujo de aire. Sin embargo, si el tamaño de la aguja es demasiado grande, puede dañar la espuma. El diámetro o anchura de las agujas usadas para perforar la espuma polimérica inicial en general es 6 mm o menor y preferiblemente 5 mm o menor.

35 Se laminan dos espumas poliméricas perforadas más entre sí, de modo que una superficie perforada de una espuma perforada se adhiere a una superficie perforada de otra espuma polimérica perforada para formar una espuma polimérica acústica de la presente invención. Es de destacar que las espumas poliméricas inicial y perforada que componen las espumas poliméricas acústicas de la presente invención pueden ser iguales una a otra o pueden diferir en una cualquiera o en cualquier combinación de más de una característica, incluyendo la
 40 composición de polímero, el contenido de celdas abiertas, grosor y densidad de perforaciones.

45 Es conveniente maximizar la comunicación fluida entre los canales de perforación en las espumas perforadas contiguas durante el procedimiento de laminación. La comunicación fluida aumenta cuando los canales de perforación de las espumas perforadas contiguas se alinean unos con otros o cuando los canales de perforación comparten una celda común o celdas comunes. Los canales de perforación comparten una celda común si los canales se abren a la misma celda. El alineamiento lineal perfecto de todos y cada uno de los canales de perforación en una espuma polimérica perforada con un canal de perforación de una espuma polimérica perforada contigua es prácticamente imposible. Por lo tanto, una característica de la espuma polimérica acústica laminada es que solo algunos, y típicamente pocos si hay alguno, de los canales de perforación se extienden de una forma lineal continua de una superficie de la espuma polimérica acústica a una superficie opuesta de la espuma polimérica acústica, sin
 50 experimentar un estrechamiento o restricción del canal de perforación debido a un alineamiento que no es perfecto de los canales de perforación entre las espumas poliméricas perforadas. En general, la comunicación fluida entre canales de perforación de espumas poliméricas perforadas contiguas en espumas poliméricas acústicas de la presente invención, se produce por el alineamiento parcial de los canales de perforación, por compartir una celda común, o tanto por el alineamiento parcial como por compartir una celda común.

55 Las espumas poliméricas perforadas se laminan una con otra adhiriéndolas entre sí usando una técnica que da como resultado una interfase permeable a gas entre las espumas poliméricas perforadas. Se pueden usar adhesivos permeables a gas tales como adhesivos de pulverización y adhesivos de membrana porosa o perforada, pero no son necesarios.

La soldadura por fusión es un método particularmente conveniente para adherir espumas poliméricas perforadas entre sí. Se sueldan por fusión dos espumas poliméricas perforadas entre sí calentando una superficie perforada de una o ambas espumas poliméricas a una temperatura suficiente para ablandar la composición de polímero en la matriz de polímero de la espuma (típicamente a o por encima de la temperatura de transición vítrea de la composición de polímero) para formar una superficie perforada ablandada. Mientras la composición de polímero está todavía en un estado ablandado, se pone en contacto la o las superficies perforadas ablandadas entre sí y se aplica presión. Cuando las superficies perforadas ablandadas se enfrían se adhieren una con otra.

La soldadura por fusión tiene varias ventajas frente a los métodos de laminación. Una ventaja es que el calentamiento de una superficie perforada de una espuma polimérica perforada a un estado ablandado, hace que la piel de la superficie perforada se retraiga y esponja las celdas de debajo de la piel. Esto es ventajoso porque abre las celdas a los canales de perforación de una espuma perforada contigua, facilitando así la comunicación fluida entre los canales de perforación de las dos espumas perforadas que comparten la celda (es decir, comparten una celda común) sin tener que estar perfectamente o incluso parcialmente alineadas linealmente. Otra ventaja de la soldadura por fusión es que se usa fácilmente en un procedimiento de laminación sin tener que introducir un componente adhesivo separado o etapa de aplicación de adhesivo. Convenientemente, se sueldan por fusión entre sí las espumas poliméricas perforadas contiguas en ausencia de adhesivos distintos de la composición de polímero ablandada de una o más de las espumas poliméricas perforadas entre superficies perforadas que se adhieren entre sí.

Se calienta una superficie perforada en una etapa de soldadura por fusión usando cualquier método de aplicación de calor. Es particularmente útil la aplicación de aire caliente contra la superficie perforada. Otros métodos de calentar una superficie perforada para ablandarla para la soldadura por fusión incluyen exponer la superficie a calor infrarrojo radiante o ponerla en contacto con una superficie calentada. Los métodos de calentamiento que no son de contacto, tales como la aplicación de aire caliente o calentamiento infrarrojo radiante son convenientes frente a métodos de contacto, porque no extienden la superficie de polímero ablandada o restringen la retracción de la piel de la superficie de polímero cuando se ablanda.

Durante el procedimiento de laminación es conveniente maximizar el número de canales de perforación en cada espuma polimérica perforada que tienen comunicación fluida completamente a través de la espuma polimérica acústica. Aunque conseguir un alineamiento lineal perfecto de los canales de perforación entre espumas perforadas es casi imposible, la comunicación fluida se obtiene alternativamente teniendo canales de perforación parcialmente alineados o celdas compartidas en común.

La espuma polimérica acústica resultante de la presente invención comprende dos o más y puede tener tres o más, cuatro o más, incluso cinco o más espumas poliméricas perforadas laminadas entre sí. Cada espuma polimérica perforada tiene canales de perforación que se extienden de una forma lineal continua completamente a través de la espuma polimérica perforada. Sin embargo, solo algunos de los canales de perforación de cualquiera de las espumas poliméricas perforadas se extienden de una forma lineal continua sin restricción completamente a través de la espuma polimérica acústica que comprende las espumas poliméricas perforadas.

Convenientemente, la espuma polimérica acústica carece de adhesivo entre las espumas poliméricas perforadas.

Las espumas poliméricas acústicas de la presente invención tienen convenientemente las siguientes propiedades: una densidad de 27 kilogramos por metro cúbico (kg/m^3) o más, preferiblemente 28 kg/m^3 o más y típicamente 35 kg/m^3 o menos y una resistencia a la compresión vertical al 25% de compresión de 20 kilopascales (kPa) o más, típicamente 30 kPa o más y en general 60 kPa o menos. La densidad se mide usando el procedimiento general del método ASTM D1622. La resistencia a la compresión vertical se mide según el método ASTM D3575.

Sorprendentemente, las espumas poliméricas acústicas de la presente invención tienen actividad acústica comparable o mejor con respecto a espumas poliméricas perforadas no laminadas de composición y grosor similares. Sin embargo, las espumas poliméricas acústicas de la presente invención requieren significativamente menos tiempo de curado, métodos menos costosos de perforación durante su fabricación.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos ilustran realizaciones de la presente invención más que definir necesariamente el alcance completo de la presente invención.

Para cada uno de los siguientes ejemplos el rendimiento acústico se mide según el método ASTM E-1050. El aparato para medir el rendimiento acústico es un tubo de impedancia acústica Modelo 4206 y analizador de señales Modelo 3555, ambos de Brüel and Kjær A/S, Naerum, Dinamarca. Se mide para cada espuma el coeficiente de absorción de sonido a incidencia normal.

Ejemplo comparativo A: Espuma perforada gruesa

Se preparan 100 muestras de ensayo a partir de espuma de gestión de sonido QUASH™ FR2000 que tiene un grosor de 61-63 mm y una densidad de 30-34 kg/m^3 (QUASH es una marca registrada de The Dow Chemical

Company). Se perfora completamente a través de las muestras, perpendicular a una superficie principal usando agujas de 2 mm de diámetro con una densidad de perforaciones de 1 perforación por cm^2 . Se perforan las muestras usando el equipo 1035 ModernTech, que usa varias filas de agujas que perforan la espuma con una técnica de máquina de coser. Se mide el rendimiento acústico de cada una de las 100 muestras y se toma la envolvente inferior de los valores para que sirvan de rendimiento del ejemplo comparativo A.

La figura 1 ilustra el espectro de absorción de sonido para el ejemplo comparativo A. El coeficiente de reducción de sonido (NRC) medio para el ejemplo comparativo A es 0,440.

Ejemplo comparativo B: Espuma laminada con posterior perforación

Se preparan 11 muestras laminando 4 láminas de espuma de gestión de sonido Natural PLF QUASH™ FR2000, teniendo cada lámina un grosor de 15-16,5 mm, para producir muestras que tienen un grosor de 60-62 mm de grosor. Se laminan las láminas usando una línea de laminación Megamold 2800 que aplica aire calentado a 400-450°C a la superficie de las láminas para ablandar el polímero y después comprime las láminas de espuma entre sí. Las láminas de espuma tienen una densidad de 30-34 kg/m^3 . Se perfora el laminado de una forma similar a la usada para preparar el ejemplo comparativo A. Se usan agujas de 2 mm de diámetro y se perfora completamente a través de la espuma y perpendicular a una superficie principal de la espuma con una densidad de perforaciones de 1 perforación por cm^2 . Se mide el rendimiento acústico de cada una de las 11 espumas laminadas y se hace el promedio de sus rendimientos juntos para que sirva de ejemplo comparativo B.

La figura 1 ilustra el espectro de absorción de sonido para el ejemplo comparativo B. El NRC medio para el ejemplo comparativo B es 0,642. El ejemplo comparativo B ilustra un NRC mayor para una espuma laminada que una espuma monolítica de grosor y composición similares.

Ejemplo 1: Espumas perforadas laminadas

Se prepara el ejemplo 1 perforando 4 láminas de espuma de gestión de sonido Natural PLF QUASH™ FR2000, teniendo cada lámina un grosor de 16 mm y una densidad de 32 kg/m^3 . Se perforan las láminas de espuma completamente a través de la lámina de espuma y perpendicular a una superficie principal usando un rodillo provisto de agujas de 2 mm de diámetro colocadas en filas sobre el rodillo de modo que la densidad de perforaciones en la lámina de espuma es 1 perforación por cm^2 . Se perfora completamente a través de las láminas de espuma mientras que se comprimen simultáneamente las láminas de espuma. Se expulsan las láminas de espuma de las agujas del rodillo usando un peine que consiste en varillas metálicas que se extienden entre las filas de agujas y que se extienden desde la posición adyacente al rodillo a una distancia desde el rodillo paralela a la dirección en la que la espuma se está desplazando bajo el rodillo. Las partes de las varillas metálicas próximas al rodillo residen entre el rodillo y la lámina de espuma polimérica perforada a medida que la lámina de espuma perforada sale de debajo del rodillo. Las varillas metálicas expulsan la lámina de espuma de las agujas. La lámina de espuma entonces se desplaza bajo el peine después de pasar bajo el rodillo. El peine es suficientemente ancho para abarcar la anchura entera de la lámina de espuma.

Se laminan las 4 láminas entre sí de modo que los canales de perforación se extienden en una dirección paralela, perpendicular a la dirección de la perforación. Se laminan las 4 láminas entre sí, una superficie principal de una lámina con una superficie principal de otra lámina, ablandando primero los polímeros de una superficie principal de cada lámina de espuma usando una pala de calentamiento recubierta de Teflon™ a 200°C y después comprimiendo las superficies ablandadas de las láminas de espuma entre sí (Teflon es una marca registrada de DuPont). La espuma laminada resultante, ejemplo 1, tiene 61 mm de grosor. Solo algunos, si hay alguno, de los canales de perforación en cualquiera de las espumas poliméricas perforadas se extiende de una forma lineal continua sin restricción completamente a través de la espuma polimérica acústica del ejemplo 1.

Se mide el rendimiento acústico para el ejemplo 1. La figura 1 ilustra el espectro de absorción del sonido para el ejemplo 1 y el sorprendente resultado de la presente invención. El NRC medio para el ejemplo 1 es 0,664. El ejemplo 1 tiene un NRC mayor que el ejemplo comparativo A o el ejemplo comparativo B, indicando una capacidad de amortiguación acústica mayor en conjunto que cualquiera de los ejemplos comparativos. El mayor coeficiente de absorción acústico del ejemplo 1 es evidente prácticamente en todas las frecuencias ensayadas en la figura 1.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para hacer una espuma polimérica acústicamente activa que comprende las siguientes etapas:
 - (a) proporcionar al menos dos espumas poliméricas iniciales, teniendo cada una superficies principales opuestas;
 - 5 (b) perforar las espumas poliméricas iniciales a través de una superficie principal completamente a través de la espuma y a través de la superficie principal opuesta para formar espumas poliméricas perforadas que tienen canales de perforación que se extienden de una forma continua y lineal completamente a través de la espuma polimérica perforada; y
 - 10 (c) laminar las espumas poliméricas perforadas juntas de modo que una superficie perforada de una espuma polimérica perforada se adhiere a una superficie perforada de otra espuma polimérica perforada.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde las espumas poliméricas perforadas tienen un tamaño de celdas medio de al menos 4 milímetros según el método ASTM D3576.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde las espumas poliméricas iniciales tienen un contenido de celdas abiertas menor de 30 por ciento según el método ASTM D6226-05.
- 15 4. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde las espumas poliméricas iniciales tienen cada una un grosor de 30 milímetros o menos.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde la etapa (b) comprende comprimir las espumas poliméricas iniciales a un estado comprimido y después perforar las espumas poliméricas iniciales mientras están en un estado comprimido.
- 20 6. El procedimiento de la reivindicación 5, en donde la perforación se produce aplicando un rodillo con múltiples púas que se extienden hacia fuera del rodillo en cada espuma polimérica inicial, de modo que las púas penetran a través de la espuma polimérica inicial a medida que la espuma polimérica inicial se desplaza bajo el rodillo.
7. El procedimiento de la reivindicación 6, en donde el rodillo tiene un lado de espuma preperforación y un lado de espuma perforada y un peine de varillas expulsa la espuma perforada de las púas al comprender varillas que se extienden hasta el rodillo desde el lado de espuma perforada y residen entre el rodillo y la espuma polimérica perforada.
- 25 8. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde la etapa (b) introduce suficientes perforaciones para producir una espuma polimérica perforada que tiene una densidad de perforaciones de al menos 0,8 perforaciones por centímetro cuadrado de superficie principal perforada.
- 30 9. El procedimiento de la reivindicación 8, en donde la densidad de perforaciones es 2 perforaciones o menos por centímetro cuadrado de superficie principal perforada.
10. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde la etapa (c) comprende calentar una o ambas superficies principales que se van a adherir entre sí, suficientemente para ablandar la espuma polimérica perforada en la superficie o las superficies y después poner en contacto las superficies principales de las espumas poliméricas perforadas entre sí.
- 35 11. El procedimiento de la reivindicación 10, en donde la etapa (c) comprende soldar por fusión las superficies principales de las espumas poliméricas perforadas entre sí en ausencia de cualquier adhesivo entre las superficies perforadas de las espumas poliméricas perforadas distinto de la composición de polímero ablandada de una o más de las espumas poliméricas perforadas.
- 40 12. Una espuma polimérica acústica que comprende dos o más espumas poliméricas perforadas que tienen superficies perforadas opuestas con al menos una superficie perforada laminada con una superficie perforada de otra espuma polimérica perforada, en donde cada espuma polimérica perforada comprende perforaciones que se extienden de una forma lineal continua a través de toda la espuma polimérica perforada, aunque solo algunos de los canales de perforación en cualquiera de las espumas poliméricas perforadas se extienden de una forma lineal continua sin restricción completamente a través de la espuma polimérica acústica.
- 45 13. La espuma polimérica acústica de la reivindicación 12, en donde las espumas poliméricas perforadas tienen un tamaño de celdas medio de al menos 4 milímetros de acuerdo con el método ASTM D3576.
14. La espuma polimérica acústica de la reivindicación 12, en donde las espumas poliméricas perforadas tienen una densidad de perforaciones de al menos 0,8 perforaciones por centímetro cuadrado de superficie principal de espuma polimérica perforada.
- 50

15. La espuma polimérica acústica de la reivindicación 14, en donde al menos una de las espumas poliméricas tiene una densidad de perforaciones de 2 perforaciones por centímetro cuadrado o menos.

FIGURA 1

