



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 991**

51 Int. Cl.:

E04B 1/86 (2006.01)

C04B 38/10 (2006.01)

C04B 28/14 (2006.01)

C04B 111/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00120755 .4**

96 Fecha de presentación : **22.09.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1088946**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.04.2001**

54

Título: **Panel acústico que tiene una estructura de panal y procedimiento para la fabricación del mismo.**

30

Prioridad: **01.10.1999 US 157269 P**
01.10.1999 US 157301 P

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.10.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.10.2011

73

Titular/es: **ARMSTRONG WORLD INDUSTRIES, Inc.**
2500 Columbia avenue
Lancaster, Pennsylvania 17603, US

72

Inventor/es: **Putt, Dean L. y**
Work, James L.

74

Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 365 991 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

Panel Acústico que tiene una Estructura de Panal y Procedimiento para la Fabricación del mismo

5 La presente invención se refiere a un panel poroso acústicamente absorbente de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 La fabricación de paneles acústicos por vía húmeda incluye un proceso húmedo que tiene flujos separados diluidos en agua de fibras, relleno y aglutinante que se mezclan a continuación para crear una lechada. Las fibras son orgánicas o inorgánicas. Usualmente las fibras son inorgánicas para su resistencia al fuego. Un aglutinante típico es el almidón. Los rellenos pueden incluir papel de prensa (que también actúan como un aglutinante), arcilla y perlita. Un proceso típico de formación húmeda de un panel involucra las etapas sucesivas de depósito de la lechada húmeda sobre una pantalla transportadora, drenado del agua de la lechada a través de la pantalla incluyendo el uso de la succión para la eliminación del agua adicional, escurrido del agua adicional por medio de un rodillo de presión y finalmente secado por aire caliente secando del panel húmedo resultante como se moldea sobre la pantalla. Una vez que entra en el secador el panel húmedo tiene típicamente un contenido de agua del 60 al 70 %.

20 Uno de los aspectos más importantes de las placas de techo es su función de absorción de sonidos. Los especialistas han empleado muchas técnicas diferentes para aumentar la absorción de sonidos de los paneles acústicos, incluyendo aperturas, fisuras, y estrías. La capacidad de reducción relativa del ruido se expresa en términos de un Coeficiente de Reducción de Ruido (NCR). Históricamente, los paneles acústicos procesados en húmedo no tenían un NCR muy alto en comparación con las placas de techo procesadas en seco tales como las fabricadas a partir de bateas de fibra de vidrio. Sin embargo, hay muchos inconvenientes asociados con el uso de la fibra de vidrio. Los inconvenientes incluyen el coste de la fibra de vidrio respecto a las fibras naturales, la complejidad y los costes asociados con la fabricación de paneles acústicos de fibra de vidrio con aglutinantes orgánicos, los concernientes a la salud y el entorno asociados con el uso de disolventes orgánicos y aglutinantes orgánicos en la fabricación de paneles acústicos de fibra de vidrio, y la falta de rigidez asociada con los paneles acústicos que tienen núcleos internos que están compuestos de bateas de fibra de vidrio.

30 En la fabricación de paneles acústicos procesados en húmedo, es deseable para los materiales de composición absorbentes de sonido conseguir un nivel aceptable de absorción de sonidos. Esto se hace usualmente reduciendo la densidad del panel o aumentando el grueso del panel. La competencia con los requisitos de una alta absorción acústica es la necesidad para un material relativamente rígido de proporcionar una integridad estructural suficiente y una dureza de la superficie suficiente para resistir punciones y abolladuras que pueden ocurrir durante la fabricación, transporte, instalación o uso del producto. Adicionalmente, también es deseable un grosor mínimo para bajar el coste del material asociado con la fabricación de paneles acústicos de material acústicamente absorbente.

40 Desafortunadamente, los materiales procesados en húmedo que exhiben suficiente rigidez y dureza de superficie son usualmente bastante densos, tienen poros pequeños y cerrados, y por lo tanto no presentan características de absorción de sonido aceptables. Además, los materiales procesados en húmedo con propiedades acústicas altamente absorbentes son mucho menos densos debido al aumento de la porosidad y por lo tanto no exhiben propiedades de rigidez y dureza de las superficies requeridas para las aplicaciones de paneles acústicos. Adicionalmente, como las técnicas tradicionales de procesamiento en húmedo requieren una extracción de vaciado a través de la sección transversal del material por vía húmeda para eliminar el agua, se presenta un gradiente del tamaño de la porosidad significativo a través de la sección transversal del panel, que degrada adicionalmente las propiedades de atenuación acústica y la fortaleza del panel terminado.

50 El documento US 5 824 148 A, que se considera como técnica anterior de la clase genérica, desvela una composición de cemento que mejora las capacidades de absorción de sonidos. La composición tiene una estructura celular abierta interconectada de modo que al menos del 20% al 100% del área de la superficie de la composición está abierta para proporcionar acceso a las ondas sonoras y tiene una densidad de secado por aire en el intervalo de aproximadamente 132 a 1520 Kg/m³. La composición comprende cemento, incluyendo entre otros cemento yeso, agregados, incluyendo entre otros fibras de poliéster, agua y un agente surfactante para la creación de espuma. El surfactante es una solución comprendida de una sal de amonio y se mezcla previamente con agua en una proporción de dilución en un intervalo de agua a surfactante desde 40:1 a 10:1. El agua se mezcla con el surfactante para proporcionar un líquido espumoso preformado, que se airea bombeando a presión con aire a través de una boquilla. La mezcla de cemento con agua se combina con el líquido espumoso preformado aireado. Después de esto se añade el agregado y se mezcla la combinación hasta que se alcanza una densidad requerida de la composición. La intensidad de compresión de la composición producida está entre 2,07 y 41,4 MPa. El nivel del coeficiente de reducción del ruido es aceptable.

60 Es el objeto de esta invención crear un panel acústico novedoso que tiene una absorción acústica elevada alterando la forma de la superficie del panel para conseguir tanto una buena reducción del sonido como mantener excelentes propiedades de fortaleza.

En base al panel poroso acústicamente absorbente del preámbulo de la reivindicación 1, este objetivo se obtiene con los rasgos que caracterizan la reivindicación 1. Las reivindicaciones 2 a 16 se refieren a realizaciones preferidas de la invención, mientras que la reivindicación 17 se refiere a un procedimiento para realizar un panel poroso acústicamente absorbente suplementado por una medida preferente de acuerdo con la reivindicación 18.

La presente invención se refiere a un panel acústico incluyendo al menos una capa para su uso en la atenuación del sonido. Esta capa puede construirse a partir de un material poroso, de celdas abiertas. La primera capa incluye una primera cara y una segunda cara dispuestas en oposición definiendo la primera cara y una porción del borde, la periferia de las caras primera y segunda, en donde la porción del borde incluye un grosor que separa las caras primera y segunda para formar una forma sólida, típicamente una forma sólida sustancialmente rectangular.

La primera cara tiene un perfil sustancialmente plano y la segunda cara incluye un modelado sustancialmente geométrico de depresiones moldeadas dentro de la segunda cara. Cada una de las depresiones crea un volumen vacío eliminado de un sólido rectangular en donde el volumen total del panel acústico se define por el volumen de la forma sólida sustancialmente rectangular menos el volumen agregado de los volúmenes vacíos dentro de las depresiones. La capa dentro del panel acústico se asemeja a una apariencia del tipo de panal. Las depresiones pueden componerse de cualquier forma. Por ejemplo, las depresiones pueden componer un volumen vacío que tiene una forma semiesférica, una forma de cubo, una forma de pirámide invertida, o cualquier forma geométrica sólida que cumpla con los propósitos de absorción de sonido del panel acústico.

En una realización, el material poroso de celdas abiertas, que compone una de las capas dentro del panel acústico puede comprender una densidad que varía desde 272 hasta 640 Kg/m³ (de 17 a 40 libras/pie³). Adicionalmente, el volumen total vacío de una capa dentro del panal puede comprender el 50% al 90% del volumen total de la forma sólida de la capa dentro del panel acústico. La distribución del tamaño de los poros dentro del material poroso de celdas abiertas puede comprender de 45 micras a 200 micras.

En una realización alternativa de la presente invención, una capa dentro del panel acústico puede incluir un material de malla adherido a la segunda superficie cubriendo las depresiones. El material de malla puede componerse de cualquier tejido conocido, sin embargo los Solicitantes han encontrado que es adecuada una malla de fibra de vidrio no tejida que tiene un flujo de aire de 2.8 a 28,3 m³/min (de 100 a 1000 pies³/min), como se define por el método de prueba ASTM D 737. En otra realización de la presente invención, la primera cara plana de la capa dentro del panel acústico puede incluir un material de soporte para aumentar adicionalmente la absorción acústica del panel global.

La capa con una serie de depresiones puede estar comprendida de cualquier número de materiales incluyendo un cemento espumoso o un material de yeso espumoso. El material de cemento espumoso puede incluir cemento portland, cemento Sorrel, cemento de escoria, cemento de cenizas volantes o cemento de alúmina. El material de yeso espumoso puede incluir sulfato de calcio alfa semi-hidrato o sulfato de calcio beta semi-hidrato. El material de cemento espumoso o yeso espumoso puede incluir también un surfactante para promover la formación de espuma de cemento durante el mezclado para atrapar el aire y para crear la construcción de poros de celdas abiertas de la capa. Adicionalmente, el material de cemento espumoso o de yeso espumoso puede incluir también fibras naturales o sintéticas para fortalecer adicionalmente el cemento. Tales fibras pueden incluir fibras inorgánicas, o fibras orgánicas sintéticas compuestas de, pero sin limitarse a estos: poliolefina, poliamida, o material de poliéster. Los surfactantes pueden ser aniónicos, no iónicos, y anfóteros.

En una realización alternativa, un panel acústico puede comprender dos capas de material de panal en donde las dos capas se juntan entre sí de modo que las caras que tienen las depresiones geométricas se enfrentan entre sí, tal que se crean huecos compuestos de depresiones simétricas para aumentar la absorción acústica del panel.

Estas y otras características de la presente invención resultarán evidentes bajo la lectura de la siguiente memoria descriptiva, tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos.

La Figura 1 es una vista plana superior de una superficie de una capa dentro de un panal acústico de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 es una vista de la sección transversal de un panel acústico de acuerdo con la presente invención, ilustrando una malla y un material de soporte adherido a una u otra caras de la capa de panal dentro del panel.

La Figura 3 ilustra una realización alternativa de la presente invención, que comprende al menos dos capas de panal.

La Figura 1 ilustra una vista plana superior de una superficie modelada que tiene una multitud de depresiones 6 que forman una superficie de una capa dentro de un panal acústico 2, de acuerdo con la presente invención. Aunque las depresiones 6 ilustradas en la Figura 1 tienen una sección transversal generalmente hexagonal, los especialistas en la técnica entenderán que la forma de las depresiones puede ser semi-cilíndrica, cúbica, o de cualquier otra forma que mejore de forma eficaz la absorción acústica del panel construido de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 ilustra una realización alternativa en la cual el panel acústico 2 incluye una capa de malla 4 adherida a la superficie 5, y una capa de soporte 10 adherida a la superficie 7. La capa 8, que incluye las depresiones 6, se forma a partir de un material poroso de celdas abiertas. Un ejemplo de un material para su uso como una capa 8 es yeso espumoso, más específicamente yeso alfa o beta, o mezclas de los mismos. La composición puede incluir materiales fibrosos para añadir fortaleza. Entre los materiales fibrosos adecuados para su uso en la capa 8 están las fibras orgánicas sintéticas tales como las poliolefinas, poliamidas, y poliésteres.

Es importante que la capa 8 se construya de un material espumoso. Un surfactante típicamente facilita el desarrollo de la estructura espumosa y la matriz alrededor de la cual solidifica el material de cemento. Los surfactantes pueden incluir los surfactantes aniónicos, no iónicos y anfóteros.

Otro ejemplo de material que puede comprender la capa 8 del panel acústico 2 es un cemento espumoso. Ejemplos de cemento que puede usarse incluyen cemento portland, cemento yeso, cemento Sorrel, cemento de escoria, cemento de cenizas volantes, cemento de alúmina y mezclas de cualesquiera de los cementos citados anteriormente. La mezcla de cementos puede incluir también materiales fibrosos inorgánicos tales como la wollastonita, una forma fibrosa del silicato cálcico. Otras fibras incluyen fibras orgánicas sintéticas tales como los materiales de poliolefinas, poliamidas, y poliésteres. Como el cemento espumoso debe encapsular aire mientras que se está mezclando antes de insertarlo en un molde, se ha encontrado que son adecuados los surfactantes aniónicos, no iónicos y anfóteros en la creación de espuma de cemento.

Para mejorar la absorción acústica del panel 2, puede adherirse una malla 4 a la superficie 5 para cubrir las depresiones o huecos 6. Aunque es aceptable cualquier material de malla, los Solicitantes han encontrado que uno de fibras de vidrio no tejidas de aproximadamente de 0,076 a 0,76 mm (de 0,003 a 0,03 pulgadas) de grosor, teniendo un flujo de aire de 2,8 a 28,3 m³/min (de 100 a 1000 pies³/min) es aceptable.

Adicionalmente, los Solicitantes han encontrado que la adición de un material de soporte 10 adherido a la segunda cara 7 de la presente invención también mejora la absorción acústica de la invención. El soporte puede ser material espumoso adicional que tiene un grosor de 6,35 a 19 mm (de 0,25 a 0,75 pulgadas). Una capa adicional puede estar comprendida de un material acústico, pero los Solicitantes han encontrado que una composición de cemento espumoso funciona mejor.

En general, el material poroso, de celdas abiertas, que constituye la capa 8 dentro del panel acústico 2 de la Figura 2 debería tener un tamaño de poro de 40 a 200 micras. Adicionalmente, donde se usa un cemento espumoso como material para la capa 8 dentro del panel acústico 2, los poros deberían comprender del 75 al 95 por ciento en volumen del panel 8. Adicionalmente, el volumen total de las depresiones 6 debería comprender del 50% al 90% del volumen total de la capa 8 sin las depresiones 6. Los Solicitantes han encontrado también que una profundidad de la célula acústica de 3,2 a 50,8 mm (de 1/8 a 2 pulgadas) es aceptable. Adicionalmente, la densidad del material de cemento o yeso espumosos usados para la capa 8 debería tener una densidad de 272 a 640 Kg/m³ (de 17 a 40 libras/pie³). Finalmente se ha encontrado que un grosor de soporte de 6,35 a 19 mm (de 0,25 a 0,75 pulgadas) es adecuado para el soporte 10 referenciado anteriormente dentro del panel 2.

También está previsto un panel alternativo 12, mostrado en la Figura 3, comprendido de dos capas 8 que tienen depresiones 6 que se enfrentan entre sí para crear depresiones dentro del panel acústico 12. El panel puede estar compuesto de material de yeso espumoso, o de cemento espumoso incluyendo cualquiera de los ingredientes que se han previsto en la presente invención. Adicionalmente, la capa de material de soporte 10 puede aplicarse a las superficies lisas exteriores del panel 12, si los parámetros de absorción acústica garantizan la adición de tal material de soporte.

Los siguientes ejemplos de más adelante son meramente, diversos experimentos usados para validar la invención referenciada anteriormente y no pretenden de ninguna forma limitar la presente invención. La Tabla de Formulación mostrada más adelante ilustra las diversas formulaciones de 1 hasta 7 para los ejemplos que siguen. La Tabla de Formulación inferior expresa cada uno de los constituyentes como un porcentaje por peso. En cada uno de los ejemplos que siguen, la densidad se expresa en kg/m³ y (libras/pie³).

TABLA DE FORMULACIÓN

Formulación	1	2	3	4	5	6	7
Cemento	65,5	63,1	61,8	60,6	58,4	56,4	54,5
Agua	32,8	35,4	36,7	37,9	40,1	42,2	44,2
Surfactante	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8
Fibra	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5
Densidad en seco	(50)	(48)	(40)	(30)	(25)	(20)	(17)
	800	768	640	480	400	320	272

5 En la primera evaluación del Ejemplo 1, los Solicitantes compararon las acústicas de paneles que tienen una
 10 cavidad única de profundidad fija y variaron el área abierta aumentando el diámetro de la cavidad. La cantidad de
 área abierta se reporta como un porcentaje del área de la superficie total de la capa de yeso o cemento espumoso.
 Para cada una de las medidas, la cara de la capa que tiene las diversas depresiones o cavidades se encerró con
 una malla de fibra de vidrio como se reveló anteriormente. Una malla de fibra de vidrio de un grosor de 0,51 mm
 (0,020 pulgadas) se usó para este ejemplo particular. En el Ejemplo 1, los Solicitantes midieron el Coeficiente de
 Reducción del Ruido como una función del porcentaje creciente del área de la cavidad frontal. En los Ejemplos 1, 2 y
 4 hasta 6 los Solicitantes determinaron que el NCR por las especificaciones ASTM E1050-90, C634, C384, y E548
 usando un dispositivo de tubo de impedancia. La columna titulada "Malla" indica que el sonido se dirigió a la malla, y
 la columna titulada "Soporte" indica que el sonido se dirigió a la superficie plana del panel opuesta a la malla.

15 **EJEMPLO 1 [Formulación 4]**

	Porcentaje de la Cavidad Frontal	NCR (Malla)	NCR (Soporte)
	0%	0,66	0,70
20	10%	0,71	0,72
	17%	0,67	0,73
	26%	0,69	0,69
	37%	0,68	0,68
	50%	0,66	0,70
25	70%	0,64	0,71

Los solicitantes creen que los datos producidos a partir del Ejemplo 1 revelan una pequeña variación en los valores
 acústicos en relación con el diámetro del volumen del hueco de la cavidad.

30 En el Ejemplo 2, los solicitantes evaluaron el efecto global del grosor del soporte con respecto a las características
 acústicas. En este ejemplo, una capa 8 de 9,5 mm de grosor (3/8 de pulgada), que tiene depresiones diversas 6,
 integradas en el mismo con la composición de cemento espumoso, teniendo un grosor que se varió de 0 a 9,8 mm
 (de 0 a 3/8 de pulgada) medido desde la parte inferior de las depresiones de celda a la primera superficie plana. Se
 aplicó una malla de fibra de vidrio sobre las depresiones de la primera superficie de la capa 8. Los valores de NCR
 35 en la tabla inferior para el Ejemplo 2 indican si el sonido se dirigió a la malla o al soporte plano del yeso espumoso.
 Los datos revelan alguna dependencia del NCR sobre la dirección desde la cual se enfoca el sonido al material
 espumoso dentro de la capa 8. Los solicitantes han concluido que cubierta la malla, la cara del panel es un
 absorbente más eficaz que el soporte plano cuando se orienta hacia el sonido entrante.

40 **EJEMPLO 2 [Formulación 4]**

	Grosor del Soporte	(Malla)	(Soporte)
	0	1,00	1,00
45	1,6 mm (1/16)	0,83	0,84
	3,2 mm (1/8)	0,78	0,78
	6,4 mm (1/4)	0,79	0,70
	9,5 mm (3/8)	0,72	0,59

50 El ejemplo 3 inferior ilustra una prueba adicional del mismo material de la Formulación 4 para confirmar que la cara
 del panel cubierta por la malla es más acústica que la cara del soporte continuo. Para el Ejemplo 3, los Solicitantes
 utilizaron una prueba de sala de reverberación que es conforme con las siguientes normativas ASTM C423-90a, E
 122, E 548, E 795; ANSI S1.6, S1.26, S1.11; y la ISO R 354-1963. Los solicitantes también condujeron un flujo de
 aire de prueba que es conforme con las normativas ASTM D 737. Adicionalmente, los Solicitantes condujeron las

pruebas del Coeficiente de Transmisión del Sonido (STC) teniendo resultados determinados por unas pérdidas de inserción como se muestra en ASTM E 90.

EJEMPLO 3 [Formulación 4]

Panal	<u>NCR (sala de reverberación)</u>			<u>Flujo de Aire (ohms)</u>		<u>STC</u>	
	<u>Malla</u>	<u>Soporte</u>		<u>Malla</u>	<u>Soporte</u>	<u>Malla</u>	<u>Soporte</u>
480Kg/m ³ (30 libras/pie ³)	0,48	0,38	2	16	34	35	

Otra propiedad importante para el examen fue la densidad del yeso espumoso usado para la capa 8. En el Ejemplo 4, los Solicitantes controlaron la densidad en alguna medida variando la cantidad de agua añadida a la mezcla. Un mayor porcentaje de peso de agua da como resultado una espuma de menor densidad, cuando la espuma se seca. Todas las muestras de la capa 8 fueron de un grosor de 15,9 mm (5/8 de pulgada), sin la depresión 6. La relación entre la densidad y las propiedades acústicas es más significativa como se muestra en la tabla para el Ejemplo 4 inferior. La mayor absorción acústica se produce entre los intervalos de densidades desde 272 a 400 Kg/m³ (de 17 a 25 libras/pie³)

EJEMPLO 4

<u>Formulación</u>	<u>Densidad</u>	<u>NCR</u>
7	272 kg/m ³ (17 libras/pie ³)	1,00
6	320 kg/m ³ (20 libras/pie ³)	0,80
5	400 kg/m ³ (25 libras/pie ³)	0,48
4	480 kg/m ³ (30 libras/pie ³)	0,36
2	768 kg/m ³ (48 libras/pie ³)	0,29
1	800 kg/m ³ (50 libras/pie ³)	0,24

La tabla del Ejemplo 5 inferior ilustra otro ejemplo más del efecto de la densidad sobre la acústica. En el Ejemplo 5, los Solicitantes compararon muestras de diversos grosores y densidades. Los Solicitantes encontraron que el Coeficiente de Reducción de Ruido disminuía marcadamente con el aumento de la densidad.

EJEMPLO 5

<u>Densidad</u>	<u>Grosor</u>	<u>NCR</u>
640 kg/m ³ (40 libras/pie ³) Formulación 3	12,7 mm (1/2)	0,41
640 kg/m ³ (40 libras/pie ³) Formulación 3	15,9 mm (5/8)	0,43
800 kg/m ³ (50 libras/pie ³) Formulación 1	12,7 mm (1/2)	0,24
800 kg/m ³ (50 libras/pie ³)	15,9 mm (1/2)	0,24

A continuación, los solicitantes hicieron tres capas 8, que tenía cada una densidad de 448 kg/m³ (28 libras/pie³) y midieron el Coeficiente de Reducción de Ruido con un aumento de la profundidad de celda dentro de un panel de grosor 15,9 mm (5/8 de pulgada).

EJEMPLO 6

<u>Profundidad de Celda</u>	<u>NCR</u>
3,17 mm (0,125 pulgadas)	0,57
6,34 mm (0,250 pulgadas)	0,75
9,53 mm (0,375 pulgadas)	0,79

Los datos revelan que la profundidad de la celda tiene un efecto significativo en la determinación de las propiedades de la estructura. El ancho de celda, sin embargo, como se presenta en el Ejemplo 1 tiene muy poca significación.

Finalmente, los solicitantes demostraron una relación entre la densidad y la distribución del tamaño de poros en estas estructuras. La distribución del tamaño de los poros se determinó usando el Medidor de Poros de Mercury Micromeritics AutoPore II 9220 y se tabula en el Ejemplo 7. Los tamaños de los poros fuera de los anotados no son medibles con este equipo.

EJEMPLO 7

	<u>Densidad</u>	<u>Tamaño medio de los poros</u>	<u>Distribución del tamaño de los poros</u>
5	272 kg/m ³ (17 libras/pie ³) Formulación 7	10 micras	1-10 micras 20%; 42 - 250 micras, 70%
	400 kg/m ³ (25 libras/pie ³) Formulación 5	8 micras	1-10 micras 20%; 20 - 200 micras, 70%
10	640 kg/m ³ (40 libras/pie ³) Formulación 3	4 micras	1-10 micras 40%; 11 - 42 micras 50%

15 Como se ilustra en la tabla del Ejemplo 7, si se hace un gráfico de la línea de distribución del tamaño de los poros y se comparan los resultados para la tabla del Ejemplo 4, que ilustra las propiedades acústicas frente a la densidad se produce un mayor NCR cuando la distribución del tamaño de los poros de la composición de cemento espumoso está en el rango de 45 – 200 micras. Los Solicitantes concluyeron por lo tanto a partir de los datos referenciados anteriormente que las propiedades acústicas cambian como una función de la distribución del tamaño de los poros. Los solicitantes creen que el control de la distribución del tamaño de los poros es el único modo de controlar la absorción acústica del material espumoso de la invención.

20 El material espumoso es relativamente resistente a la humedad. Esto puede cuantificarse como un valor determinado a partir de una prueba de pandeo. Los siguientes son intervalos aproximados de pruebas de pandeo de cuatro ciclos para diversas realizaciones. Cada uno de los ciclos consiste en someter una muestra de 0,6 m x 0,6 m (2 pies por 2 pies) durante 17 horas a 27,8°C (82°F) y una humedad relativa (HR) del 90% seguido de 6 horas a 27,8°C (82°F) y 35% de HR. En un panel de fibra seca tradicional, con un 90% de HR hay típicamente un pandeo resultante de menos de 3,8 mm (0,15 pulgadas). En una realización, al 90% de HR hay típicamente un pandeo resultante de 2,5 mm (0,1 pulgadas). En otra realización, al 90 % de HR hay típicamente un pandeo resultante de menos de 1,3 mm (0,05 pulgadas).

30 Como se ha tratado anteriormente, la estructura inventiva de panel también puede estar comprendida de cemento o yeso espumoso. La formulación del material de cemento espumoso no curado, en porcentajes de peso húmedo puede incluir del 53% al 68% de cemento; del 17% al 48% de agua; del 0,05% al 5% de fibras; y del 0,01% al 10% de surfactante. Las fibras pueden ser fibras orgánicas sintéticas, tal como las formadas a partir de poliéster. Otras formulaciones para el material de cemento espumoso sin curar, en porcentajes de peso húmedo pueden incluir del 54% al 61% de cemento; del 32% al 44% de agua; del 0,1% al 3% de fibras; y del 0,5% al 5% de surfactante. Adicionalmente, el material de cemento espumoso no curado, en porcentajes de peso húmedo puede incluir del 56% al 61% de cemento; del 32% al 42% de agua, del 0,28% al 1,3% de fibra; y del 0,7% al 2% de surfactante.

40 Además, la formulación en porcentajes de peso puede incluir del 54,5% a aproximadamente el 65,5% de yeso o cemento, del 32,8% al 44,2% de agua, del 0,8% al 1,0% de surfactante, y aproximadamente del 0,01% al 0,7% de fibra. Realizando la composición mencionada anteriormente, un método puede involucrar combinar todos los ingredientes secos para una dispersión uniforme de la fibra de poliéster (si se usa la fibra, ya que no es necesaria para la presente invención, pero aumenta la fortaleza del panel). En este método el proceso puede involucrar la preparación de una solución al 40% de surfactante de sulfosuccinato lauril disódico y a continuación la adición de la solución del surfactante a la mezcla seca para humedecerla y combinar todos los ingredientes. El proceso puede incluir a continuación la etapa de batido de la fibra, el cemento, y la mezcla de surfactante a alta velocidad con un batidor de alambre de uno a tres minutos hasta que la mezcla de cemento/yeso (fibra) se hace espumosa. El proceso puede incluir también la iniciación de una operación secundaria de mezclado de bajo corte para dispersar la fibras (si se usan) que pueden apilonarse durante el ciclo de mezclado de alta velocidad. En las operaciones de mezclado secundario de bajo corte, el proceso puede utilizar un mezclador de paletas de bajo corte que es similar a los usados con el mezclado de masilla y yeso para dispersar los grumos de fibra. El proceso puede involucrar el mezclado del cemento esponjoso a baja velocidad hasta justo antes de que la espuma empiece a caer. El proceso puede involucrar a continuación aplicar el material espumoso a un molde de panel para su curado.

55 El material espumoso resultante produce una composición de cemento con una densidad entre 160 y 640 kg/m³ (entre 10 y 40 libras/pie³). En una realización alternativa el panel puede tener una densidad entre 240 y 560 kg/m³ (entre 15 y 35 libras/pie³) o entre 320 y 480 kg/m³ (entre 20 y 30 libras/pie³).

60 Una etapa específica en el proceso inventivo también incluye detalles en la preparación de la solución surfactante. Más específicamente, los Solicitantes han encontrado que la máxima formación de espuma de un cemento portland o mezcla de yeso se produce cuando la solución surfactante se prepara entre 20°C (68 °F) y 37,8 °C (100 °F), con la temperatura preferida de 32,2 °C (90°F). Los Solicitantes también han determinado que una desviación en la temperatura del agua desde el intervalo de temperatura óptima aumentará la densidad de la espuma por un factor de 80 kg/m³ (5 libras/pie³) por cada desviación de 5,5 °C (10 °F). De este modo es ventajoso mantener la temperatura de la solución de agua con surfactante a 32,2 °C (90 °F).

65

Se contempla que el núcleo del panel inventivo se puede componer de muchos tipos de materiales, como se ha descrito anteriormente. Adicionalmente, la presente invención no está limitada a placas de techo, sino que puede incluir estructuras de paredes, cubiertas exteriores y superficies que se pueden punzar.

REIVINDICACIONES

1. Un panel poroso acústicamente absorbente que comprende una capa (8)

5 - construida a partir de un material de celdas abiertas sustancialmente continuo

- - que tienen poros interconectados en el mismo y
- - que comprende un material de cemento espumoso curado

10 - - - que tiene una primera cara (7) con un perfil sustancialmente plano y una segunda cara (5) y
 - - - que se forma a partir de una lechada espumosa acuosa aireada comprendida de cemento, agua, fibras sintéticas orgánicas y surfactante

caracterizado porque

15 - la lechada espumosa está comprendida de

- - del 53 al 68 % en peso de cemento,
- - del 17% al 48% en peso de agua
- - del 0,05% al 5% en peso de fibras orgánicas sintéticas y
- - del 0,01% al 10% en peso de surfactante y

20 - la segunda cara (5) tiene un modelado geométrico de depresiones (6) formado en la misma que comprende del 50 % al 90% del volumen total de la forma sólida de la capa (8) sin depresiones.

25 2. El panel poroso acústicamente absorbente de la reivindicación 1, en el que el material de cemento espumoso comprende aproximadamente del 53% al 66% en peso de cemento.

30 3. El panel poroso acústicamente absorbente de la reivindicación 1, en el que el material de cemento espumoso está formado a partir de una lechada espumosa acuosa aireada comprendida de

- del 54 al 61 % en peso de cemento,
- del 32% al 44% en peso de agua
- del 0,1% al 3% en peso de fibras orgánicas sintéticas y
- del 0,5% al 5% en peso de surfactante

40 4. El panel poroso acústicamente absorbente de una de las reivindicaciones anteriores, en el que el cemento se selecciona a partir de un grupo consistente cemento yeso, cemento portland, cemento Sorrel, cemento de escoria, cemento de cenizas voladoras, cemento de alúmina de calcio y mezclas de los mismos.

5. El panel poroso acústicamente absorbente de la reivindicación 4, en el que el cemento yeso se selecciona del grupo consistente de sulfato de calcio alfa semi-hidrato y sulfato de calcio beta semi-hidrato.

45 6. El panel poroso acústicamente absorbente de una de las reivindicaciones anteriores, en el que el surfactante se selecciona de un grupo consistente de fracciones de anfóteros, aniónicos y no iónicos.

7. El panel poroso acústicamente absorbente de una de las reivindicaciones anteriores, en el que las fibras son fibras orgánicas seleccionadas a partir de un grupo consistente de poliéster, poliamida, y poliolefina.

50 8. El panel poroso acústicamente absorbente de una de las reivindicaciones anteriores, en el que la interconexión de poros del material poroso de celdas abiertas sustancialmente continuo, de la capa (8) tiene una distribución de tamaños medios desde 45 µm a 200 µm.

55 9. El panel poroso acústicamente absorbente de una de las reivindicaciones anteriores, en el que la capa (8) tiene una densidad entre 160 y 640 kg/m³ (entre 10 y 40 libras/pie³).

10. El panel poroso acústicamente absorbente de la reivindicación 9, en el que la capa (8) tiene una densidad entre 240 y 560 kg/m³ (entre 15 y 35 libras/pie³).

60 11. El panel poroso acústicamente absorbente de una de las reivindicaciones anteriores, en el que las depresiones (6) son de al menos 3,2 mm (0,125 pulgadas) de profundidad.

65 12. El panel poroso acústicamente absorbente de una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un material de soporte adherido a la primera cara (7).

13. El panel poroso acústicamente absorbente de una de las reivindicaciones anteriores, que comprende dos capas (8) que están fijadas entre sí de modo que las caras que tienen depresiones geométricas (6) se enfrentan entre sí, de modo que crean vacíos compuestos de depresiones simétricas (6).
- 5 14. El panel poroso acústicamente absorbente de una de las reivindicaciones de 1 a 12, que incluye además un material de malla (4) fijado a la segunda cara (5).
15. El panel poroso acústicamente absorbente de la reivindicación 14, en el que la malla (4) está formada de un material de fibra de vidrio no tejida que tiene un flujo de aire de 2,8 a 28,3 m³ (de 100 a 1000 pies³/min).
- 10 16. El panel poroso acústicamente absorbente de la reivindicación 15, en el que el material de fibra de vidrio no tejida tiene un grosor entre 0,076 y 0,76 mm (de 0,003 a 0,03 pulgadas).
- 15 17. Un procedimiento para realizar un panel poroso acústicamente absorbente que comprende las etapas de:
- combinar sobre una base húmeda del 53% al 68% en peso de cemento, del 17% al 48% en peso de agua, del 0,05% al 5% en peso de fibra, y del 0,01% al 10% en peso de surfactante para formar un material de cemento espumoso acuoso no curado,
 - 20 - formar una capa (8) con el material de cemento espumoso acuoso no curado,
 - formar un modelado geométrico de depresiones (6) dentro de una superficie (5) de la capa (8) del material de cemento espumoso acuoso no curado y
 - 25 - curar el material de cemento espumoso acuoso de modo que las depresiones (6) formadas en el mismo comprendan aproximadamente del 50% a aproximadamente el 90% de la capa (8).
18. El proceso de la reivindicación 17, que comprende además aplicar un material de malla (4) a la superficie (5) con las depresiones (6) de la capa (8) del material de cemento espumoso acuoso curado.
- 30

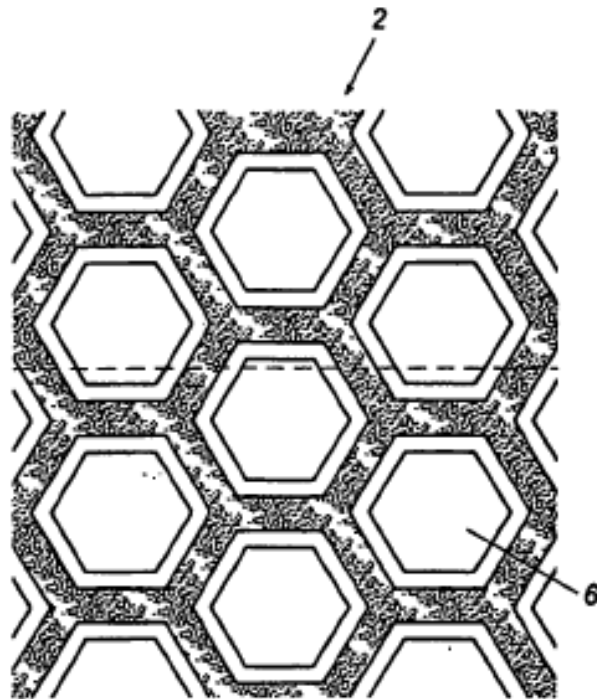


Fig. 1

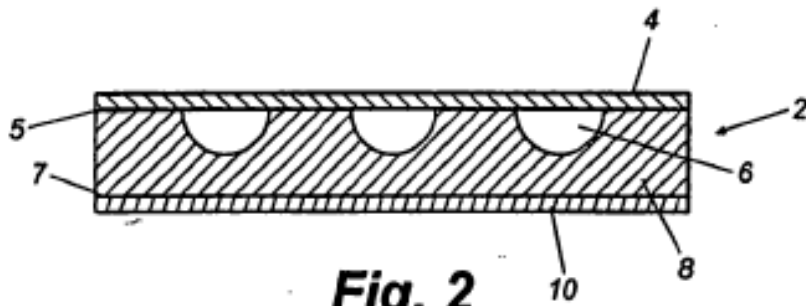


Fig. 2

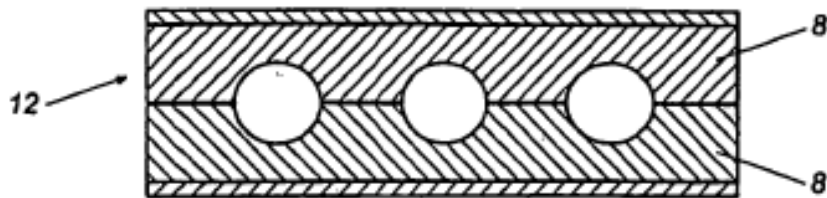


Fig. 3