

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 963**

51 Int. Cl.:
B32B 3/12 (2006.01)
B29C 70/66 (2006.01)
C08J 9/32 (2006.01)
B29C 44/18 (2006.01)
B05D 1/30 (2006.01)
B32B 5/20 (2006.01)
B32B 37/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08728517 .7**
96 Fecha de presentación: **30.01.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2107965**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.10.2009**

54 Título: **Método para fabricar un panel de material compuesto que tiene un núcleo de nido de abeja relleno con espuma expandida in situ**

30 Prioridad:
31.01.2007 US 669836

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.11.2012

73 Titular/es:
M.C. GILL CORPORATION (100.0%)
4056 EASY STREET
EL MONTE, CALIFORNIA 91731, US

72 Inventor/es:
SHEN, HONGBIN;
NGUYEN, PHU y
LOWRY, MATTHEW

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 389 963 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

Método para fabricar un panel de material compuesto que tiene un núcleo de nido de abeja relleno con espuma expandida In situ.

Campo de la invención.

- 5 Esta invención se dirige generalmente a paneles de material compuesto y, más específicamente, a paneles de material compuesto que tengan un núcleo de nido de abeja llenado con espuma.

Antecedentes.

- 10 Los paneles de materiales compuestos se usan ampliamente como materiales para revestimiento de suelos, paredes y tabiques en la construcción de aviones debido a que dichos paneles de material compuesto tienen un peso liviano y resistencia a la flexión.

Típicamente, los paneles de materiales compuestos comprenden una hoja gruesa de núcleo de nido de abeja interpuesta entre un par de hojas enfrentadas. El núcleo de nido de abeja se fabrica comúnmente de un material de lámina de aluminio o de papel y comprende una agrupación de canales huecos empaquetados muy próximos entre sí que tienen típicamente una forma hexagonal, cuadrada o circular.

- 15 El núcleo de nido de abeja se llena a menudo con un material de espuma tal como espuma de poliuretano para conseguir mejores propiedades físicas. La estructura hueca de un núcleo de nido de abeja acomoda típicamente cantidades significativas de aire a través del cual se pueden transmitir el calor y el fluido a través del espesor del panel. De este modo, el llenado de las celdas del núcleo de nido de abeja con espuma mejora el aislamiento térmico y acústico del panel de material compuesto. La eliminación de espacios huecos dentro del núcleo de nido de abeja reduce también las probabilidades de acumulación de humedad y la corrosión interna. Además, hasta varios grados, dependiendo de densidad del llenado con espuma, el núcleo de nido de abeja llenado tiene mayor resistencia mecánica contra las fuerzas de compresión, cizalladura e impacto que los núcleos similares de nido de abeja que no se hayan llenado.

- 25 En algunos métodos de la técnica anterior, el núcleo de nido de abeja se llena previamente con espuma antes del armado del núcleo de nido de abeja entre las hojas enfrentadas. En métodos de la técnica anterior relacionados con la invención, un bloque grueso de núcleo de nido de abeja (del que se pueden cortar múltiples núcleos de nido de abeja) se llena previamente con espuma antes de que se corte el bloque en núcleos individuales de nido de abeja. Desgraciadamente, dicho método de pre- llenado de núcleo de nido de abeja con espuma resulta típicamente en una densidad no uniforme de espuma a lo largo de la altura de las celdas de nido de abeja, es decir, en la dirección del crecimiento de la espuma dentro de la celda de nido de abeja. Además, frecuentemente se ha averiguado que una rebanada de nido de abeja pre llenada con espuma es difícil de unirse, porque los residuos de espuma contaminan fácilmente el borde de la celda de nido de abeja, ocasionando una adherencia débil.

- 35 En otros métodos de llenado de espuma de núcleos, los precursores de espuma en partículas secas se disponen holgadamente dentro de las celdas del núcleo de nido de abeja. Una vez que se ha armado un precursor de panel, este precursor de panel se calienta para causar que los precursores de espuma en partículas creen una espuma dentro de las celdas del núcleo de nido de abeja. Desgraciadamente, en el proceso de deposición, es difícil distribuir uniformemente las partículas sobre todas las celdas de nido de abeja. Como resultado, la calidad de la espuma resultante no es coherente. Además, el método de usar materiales de precursor de espuma en partículas secas no se puede destinar para el uso en un bloque grueso de núcleo de nido de abeja. Todavía más, las operaciones que implican una gran cantidad de partículas secas son inseguras y resultan molestas para el personal de operaciones.

- 40 Los métodos de llenado con espuma de la técnica anterior son típicamente incapaces de descargar densidades de espuma menores de aproximadamente 32 kg/m³ (2 libras por pie cúbico). Esto no es oportuno porque, en aplicaciones donde se desee un aislamiento térmico o acústico, sería ideal conseguir un llenado con espuma de baja densidad (preferiblemente inferior a 16 kg/m³ (una libra por pie cúbico).

- 45 Finalmente, el documento GB 2 380 971 A describe un panel de sándwich de nido de abeja fabricado mediante la colocación de un núcleo de nido de abeja en una cara frontal inferior, la introducción de reactivos de espuma líquida en las celdas individuales del núcleo de nido de abeja, la colocación de una cara frontal superior en el núcleo de nido de abeja y el calentamiento del sándwich para causar que se expanda el material termoexpandible.

- 50 De acuerdo con lo anterior, se necesita un nuevo método de fabricación de un panel compuesto llenado con espuma que evite los problemas de la técnica anterior.

Sumario

La invención es un método para hacer un panel de material compuesto que tiene un núcleo de nido de abeja emparedado entre un par de hojas enfrentadas. El núcleo de nido de abeja comprende un par de lados opuestos y una pluralidad de celdas contiguas con paredes interiores. El método comprende las estampas de (a) revestir las

paredes interiores de las celdas con un material termoexpandible no expandido mediante el revestimiento de las paredes interiores de celdas alargadas dentro de un bloque de nido de abeja con un material termoexpandible no expandido y luego cortar en rebanadas el bloque de nido de abeja a lo largo de un plano sustancialmente perpendicular a los ejes longitudinales de las celdas dentro del bloque para crear un núcleo de nido de abeja que tenga las paredes interiores revestidas; (b) unir un par de hojas enfrentadas a los lados opuestos del núcleo de nido de abeja; y (c) calentar el núcleo de nido de abeja al mismo tiempo que el núcleo de nido de abeja es emparedado entre el par de hojas enfrentadas con suficiente calor para causar que el material termoexpandible se expanda y llene al menos parcialmente las celdas.

Dibujos.

La figura 1 es una vista en perspectiva de un panel típico de material compuesto al que está dirigida la invención; La figura 2 es una vista diagramática en perspectiva de un método de revestir las paredes interiores de un bloque de nido de abeja para producir núcleos de nido de abeja útiles en la invención; y La figura 3 es una vista diagramática de un método alternativo de revestir las paredes interiores del bloque de nido de abeja para producir núcleos de nido de abeja útiles en la invención.

Descripción detallada.

La siguiente divulgación describe con detalle una realización de la invención y varias variaciones de esta realización. Sin embargo, esta divulgación no debe considerarse como limitativa de la invención a estas realizaciones particulares. Los expertos en la técnica reconocerán también otras numerosas realizaciones.

La invención es un método de hacer un panel 10 de material compuesto tal como el ilustrado en la figura 1. El panel 10 de material compuesto comprende un par de hojas enfrentadas opuestas 12, un núcleo 14 de nido de abeja dispuesto entre las dos hojas enfrentadas 12 y un material termoexpandible expandido dispuesto dentro del núcleo 14 de nido de abeja. Típicamente, las dos hojas enfrentadas 12 y el núcleo 14 de nido de abeja se unen con un estrato adhesivo 16. El estrato adhesivo 16 está fabricado típicamente de polímeros termoendurecibles tales como polímeros poliepóxidos, fenólicos, bismaleimidias y cianoacrilatos, o fabricados de plásticos fundibles en caliente tales como poliamidas, poliolefinas, y poliuretanos.

El método comprende las etapas de (a) revestir las paredes interiores de las celdas 18 dentro del núcleo 14 de nido de abeja con un material termoexpandible no expandido; (b) unir un par de hojas enfrentadas 12 a los lados opuestos del núcleo 14 de nido de abeja; y (c) calentar el núcleo 14 de nido de abeja al mismo tiempo que el núcleo 14 de nido de abeja es emparedado entre el par de hojas enfrentadas 12 con un calor suficiente para causar que el material termoexpandible se expanda y al menos parcialmente llene las celdas 18.

Las hojas enfrentadas 12 se fabrican típicamente de un material liviano y delgado tal como hojas metálicas o plásticos reforzados con fibra. Las hojas enfrentadas 12 tienen típicamente un espesor comprendido entre aproximadamente 0,1 mm y alrededor de 3 mm. El estrato adhesivo 16 es típicamente muy delgado, con un espesor comprendido entre aproximadamente 0.02 mm y alrededor de 0,1 mm.

El núcleo 14 de nido de abeja comprende una pluralidad de celdas huecas lineales y contiguas 18 dispuestas en una relación de paralelismo empaquetadas muy cerca unas de otras. Las celdas 18 dentro del núcleo 14 de nido de abeja son típicamente de una sección transversal hexagonal, rectangular o circular, pero se pueden usar también otras formas de sección transversal. Típicamente, la sección transversal de cada celda 18 define un área con la máxima distancia de borde a borde de entre aproximadamente 3 mm y alrededor de 20 mm.

El núcleo 14 de nido de abeja se fabrica típicamente de un material liviano tal como una lámina de aluminio o papel. Un papel de aramida impregnado con una resina fenólica se usa comúnmente para el núcleo 14 de nido de abeja.

Típicamente, el núcleo 14 de nido de abeja tiene un espesor comprendido entre aproximadamente 6 mm y alrededor de 50 mm, dependiendo de la aplicación del panel 10 de material compuesto en la que se use el núcleo 14 de nido de abeja. Es típico también que el núcleo 14 de nido de abeja tenga una densidad comprendida entre aproximadamente 32 kg/m³ y alrededor de 140 kg/m³.

El revestimiento de las paredes interiores de las celdas alargadas 18 dentro del núcleo 14 de nido de abeja se puede realizar usando un precursor de espuma que comprenda un material termoexpandible no expandido, un polímero aglutinante y un líquido portador.

El material termoexpandible no expandido se elige para que sea compatible con las temperaturas utilizadas en la preparación del panel 10 de material compuesto. Además, el material termoexpandible no expandido es uno que es insoluble en el líquido portador y es compatible con el polímero aglutinante. En una realización, el material termoexpandible no expandido comprende microglobos de plástico. Un material termoexpandible no expandido adecuado se comercializa por Expancel Inc. U.S. de Duluth, Georgia, como Expancel © 093DU120.

El polímero aglutinante es típicamente un resol fenólico, epoxídico o acrílico.

Típicamente, la relación entre el material termoexpandible y el polímero aglutinante está comprendida entre 10: 1 y alrededor de 2:1. Típicamente el líquido portador es agua. Típicamente, el líquido portador comprende más de aproximadamente un 70% en peso del precursor de espuma. El precursor de espuma preferiblemente comprende también un agente anti – sedimentación, un surfactante y un aditivo retardante del fuego.

El revestimiento de las paredes interiores de las celdas 18 del núcleo 14 de nido de abeja se puede realizar revistiendo las paredes interiores de las celdas 18 dentro del bloque 20 de nido de abeja con un material termoexpandible expandido, y luego cortando en rebanadas el bloque 20 de nido de abeja a lo largo de un plano sustancialmente perpendicular a los ejes longitudinales de las celdas 18 dentro del bloque para crear un núcleo 14 de nido de abeja que tenga las paredes interiores revestidas.

Un método de revestir las paredes interiores de las celdas 18 en el núcleo 14 de nido de abeja se ha ilustrado en la figura 2. Este método comprende la etapa de mover el bloque 20 de nido de abeja a través de una catarata 22 en cascada hacia abajo en donde la catarata 22 comprende al precursor de espuma. Como se ilustra en la figura 2, el movimiento del bloque 20 de nido de abeja a través de la catarata 22 en cascada hacia abajo se puede realizar disponiendo el bloque 20 de nido de abeja en un carro 24 con ruedas dispuesto sobre un par de raíles opuestos 26. La catarata 22 de precursor de espuma se provee mediante un colector 28 de precursor entrante que tiene un término ranurado 30 dispuesto por encima de los raíles. El precursor de espuma en exceso es capturado en una bandeja 40 de recogida. Típicamente el precursor de espuma en exceso se impulsa hacia abajo y se extrae de las celdas 18 mediante un gas comprimido 32, tal como aire comprimido, soplando a través de unos inyectores 34 dispuestos aguas abajo en el término de un colector 36 de gas comprimido situado aguas abajo del colector 28 de precursor de espuma entrante.

La figura 3 ilustra un método alternativo de revestir las paredes interiores de las celdas 18 y del núcleo 14 de nido de abeja. En este método alternativo, el bloque 20 de nido de abeja se mantiene estacionario mientras que la catarata 22 en cascada hacia abajo se mueve lateralmente con respecto al núcleo de nido de abeja mediante un puente grúa 38. También montado en la grúa 38 hay unos inyectores 34 dispuestos hacia abajo que impulsan a un gas comprimido 22 hacia al interior del bloque 20 de nido de abeja para soplar hacia fuera el exceso de precursor de espuma de la celdas 18. En el método ilustrado en la figura 3, el precursor de espuma en exceso es capturado en una bandeja 40 de recogida dispuesta por debajo del bloque 20 de nido de abeja y es reciclado al precursor de espuma entrante a través de una línea 42 de reciclado y de una bomba 44 de reciclado.

Una vez que las paredes de las celdas 18 se han contactado con el precursor de espuma, se retira el líquido portador por evaporación y se hace que el resto del precursor de espuma salte a las paredes interiores de la celda como un residuo sólido debido al polímero aglutinante. Este residuo debe ser suficientemente adherente a las paredes interiores de la celda para que no se desplace durante la manipulación subsiguiente del núcleo 14 de nido de abeja. Sin embargo, el polímero aglutinante se elige de tal manera que el material termoexpandible no expandido se pueda expandir libremente cuando se haya calentado lo suficiente.

Típicamente, la cantidad de precursor de espuma retenida en las paredes de las celdas se controla ajustando la composición del revestimiento del precursor. Alternativamente, si se desea una cantidad mayor de revestimiento, se puede repetir el ciclo de revestimiento - secado anteriormente descrito en el mismo bloque 20 de nido de abeja.

Después que las paredes interiores de la celda del núcleo 14 de nido de abeja se han revestido con el material termoexpandible expandido, el par de hojas enfrentadas opuestas 12 se une a los lados opuestos del núcleo 14 de nido de abeja, y el núcleo 14 de nido de abeja se calienta mientras el núcleo 14 de nido de abeja permanece emparedado entre el par de hojas enfrentadas 12. El calor debe ser suficiente para causar que el material termoexpandible se expanda y llene al menos parcialmente las celdas 18 dentro del núcleo 14 de nido de abeja.

Las celdas 18 del núcleo 14 de nido de abeja se llenan sustancialmente de forma típica con espuma del material termoexpandible. Sin embargo, en ciertas aplicaciones, la cantidad de material termoexpandible no expandido se puede ajustar para resultar en que las celdas 18 del núcleo 14 de nido de abeja estén simplemente llenas en parte. El llenado parcial del núcleo 14 de nido de abeja con espuma puede resultar en una densidad de espuma comprendida entre aproximadamente 6 kg/m^3 y alrededor de 10 kg/m^3 . El llenado sustancialmente completo de la celdas 18 del núcleo 14 de nido de abeja puede resultar en una densidad de espuma comprendida entre aproximadamente 10 y 100 kg/m^3 .

La unión de las hojas enfrentadas 12 al núcleo 14 de nido de abeja y el calentamiento del núcleo 14 de nido de abeja para causar que el material termoexpandible se expanda se pueden realizar en etapas separadas o bien se pueden llevar a cabo en una única operación.

Cuando la unión de las hojas enfrentadas 12 a un núcleo 14 de nido de abeja y el calentamiento del núcleo 14 de nido de abeja para causar que el material termoexpandible se expanda se realizan en etapas separadas, se crea un precursor de panel de material compuesto mediante la unión del par de hojas enfrentadas 12 a los lados opuestos del núcleo 14 de nido de abeja que tenga un precursor de espuma unido a las paredes interiores de las celdas 18

dentro del núcleo 14 de nido de abeja. Cuando las hojas enfrentadas 12 comprenden un plástico reforzado con fibra, se usan típicamente unos refuerzos fibrosos impregnados con resinas termoestables ("preimpregnados") y la adherencia de las hojas enfrentadas 12 al núcleo 14 de nido de abeja se puede conseguir mediante el endurecimiento de la resina en los preimpregnados o mediante el uso de adhesivos, tales como adhesivos de poliamida o epoxídicos. Cuando las hojas enfrentadas 12 se han fabricado de metal, se usa típicamente un estrato adhesivo para unir las hojas enfrentadas 12 al núcleo 14 de nido de abeja.

Dicho precursor de de panel de material compuesto se puede transportar convenientemente desde el fabricante a un consumidor final, tras lo cual el consumidor final puede convertir el precursor de panel de material compuesto a un panel de material compuesto acabado 10 de la invención calentando *in situ* el núcleo 14 de nido de abeja, mientras que el núcleo 14 de nido de abeja se dispone dentro del precursor del panel de material compuesto.

Los paneles 10 de material compuesto de la invención se pueden modificar fácilmente para que cumplan las normas gubernamentales tales como las normas especificadas en el Reglamento de Aviación Federal ("FAR") 25 apéndice F, partes I, IV y V.

A diferencia de los paneles de material compuesto de la técnica anterior, los paneles de material compuesto de la invención están provistos de una espuma sintáctica que tiene una densidad muy baja (por ejemplo, aproximadamente 16 kg/m³) (una libra por pie cúbico), mientras que las espumas sintácticas de la técnica anterior tienen típicamente 80 Kg/m³ (5 libras por pie cúbico) o más.

El panel 10 de material compuesto de la invención presenta muchas otras propiedades ventajosas sobre los paneles tradicionales de material compuesto sin llenado de espuma. En el panel 10 de material compuesto de la invención, el aislamiento térmico se mejora típicamente en un 20 -40% sobre los paneles similares de material compuesto de la técnica anterior. Asimismo, el aislamiento acústico se mejora típicamente sobre paneles similares de material compuesto sin llenado de espuma en 2 dB o más sobre un amplio intervalo de frecuencias de ruido. Todavía más, con un llenado de espuma relativamente denso (mayor de 16 kg/m³) (1 pcf) los paneles 10 de material compuesto de la invención presentan unas prestaciones mecánicas perfeccionadas sobre los paneles de material compuesto de la técnica anterior, en particular en la resistencia a la compresión, la resistencia a la cizalladura y la resistencia al impacto.

Ejemplo.

Se creó un panel de material compuesto de la invención de la manera que se indica a continuación.

En primer lugar, se creó un precursor de espuma mezclando 1835 gramos de microglobos de Expancel® 093DU120 con 340 gramos de éter monobutílico del etilenglicol, 100 gramos de agente anti- sedimentación, 528 gramos de resina fenólica soluble en agua y 7485 gramos de agua. El precursor de espuma tenía una viscosidad inicial de 50 mPa.s (50 centipoises).

El precursor de espuma se aplicó a un bloque de nido de abeja usando un método de aplicación de catarata similar al ilustrado en la figura 2. El bloque de nido de abeja medía 43.2 cm por 50.8 cm por 35.6 cm de espesor (17 pulgadas por 20 pulgadas por 14 pulgadas de espesor). Después de hacerlo pasar hacia adelante y hacia atrás varias veces a través de la catarata, el bloque de nido de abeja llegó a saturarse con el precursor de espuma. A continuación, el precursor de espuma en exceso se impulsó fuera del bloque de nido de abeja con aire comprimido. El bloque húmedo de nido de abeja se secó luego dentro de una campana de aire durante dos horas y se secó adicionalmente durante una hora aproximadamente dentro de un horno con aire caliente circulando a una temperatura de aproximadamente 104.4 °C (220° F). El bloque seco de nido de abeja era aproximadamente 1040 gramos más pesado que antes de revestirlo, un 28% de aumento con respecto al peso original del bloque de nido de abeja.

El bloque seco (y revestido) de nido de abeja se sometió luego a diversas clases de fuerzas de vibración y de agitación, apreciándose solamente una pérdida de peso despreciable. El bloque de nido de abeja revestido se transportó también a través del país por camión, y se observó un pequeño cambio de peso.

A continuación, el bloque revestido del núcleo de nido de abeja se cortó en rebanadas en unas hojas delgadas de núcleo de nido de abeja de espesores variables con una sierra de banda horizontal. Un examen minucioso de las hojas del núcleo de nido de abeja reveló que el revestimiento de material termoexpandible no expandido era coherente a través de todo el núcleo de nido de abeja original revestido.

Se construyó un panel de material compuesto con una hoja de núcleo de nido de abeja de 38,1 mm (una pulgada y media) de espesor cortada del bloque revestido de nido de abeja. Las hojas enfrentadas fabricadas de paño de vidrio tejido que se habían impregnado abundantemente con resina fenólica se aplicaron a ambos lados del núcleo de nido de abeja. No se empleó un adhesivo adicional. El precursor resultante de panel de material compuesto se prensó luego a una presión de 6.89 bares (100 psi) a 160 °C (320° F) durante una hora. Luego el panel se enfrió lentamente hasta la temperatura ambiente.

El panel resultante de material compuesto se llenó por completo con espuma. El panel tenía un coeficiente de conductividad térmica de $3.81 \text{ E-}04 \text{ W/cm.}^\circ\text{C}$ ($0.022 \text{ Btu/hora x pie x }^\circ\text{F}$). El ensayo de liberación de calor OSU en el panel demostró que la tasa de liberación de calor máxima era 55 kW/m^2 y que la tasa de liberación total de calor en dos minutos era de $53 \text{ kW x minuto/m}^2$.

- 5 Habiendo descrito de este modo la invención, debe ser evidente que se podrían realizar numerosas modificaciones y adaptaciones estructurales sin apartarse del alcance y el significado de la presente invención según se ha descrito anteriormente en la presente memoria.

REIVINDICACIONES

1.Un método para hacer un panel (10) de material compuesto que tiene un núcleo (14) de nido de abeja emparedado entre un par de hojas enfrentadas (12), cuyo núcleo de nido de abeja comprende un par de lados opuestos y una pluralidad de celdas contiguas (18) con paredes interiores, cuyo método comprende las etapas de:

- 5 (a) revestir las paredes interiores de las celdas con un material termoexpandible no expandido mediante el revestimiento de las paredes interiores de las celdas alargadas dentro de un bloque (20) de nido de abeja con un material termoexpandible no expandido y luego cortar en rebanadas el bloque (20) de nido abeja a lo largo de un plano sustancialmente perpendicular a los ejes longitudinales de las celdas dentro del bloque para crear un núcleo de nido de abeja que tenga unas paredes interiores revestidas;
 - 10 (b) unir un par de hojas enfrentadas a los lados opuestos del núcleo de nido de abeja; y.
 - (c) calentar el núcleo de nido de abeja mientras el núcleo de nido abeja es emparedado entre el par de hojas enfrentadas (12) con un calor suficiente para causar que el material termoexpandible se expanda y que llene al menos parcialmente las celdas.
2. El método de la reivindicación 1, en el que la etapa de unir una hoja exterior a los lados opuestos del núcleo de nido de abeja y la etapa de calentar el núcleo de nido de abeja para hacer que el material termoexpandible se expanda y llene sustancialmente las celdas se realizan ambas en una única operación.
- 15

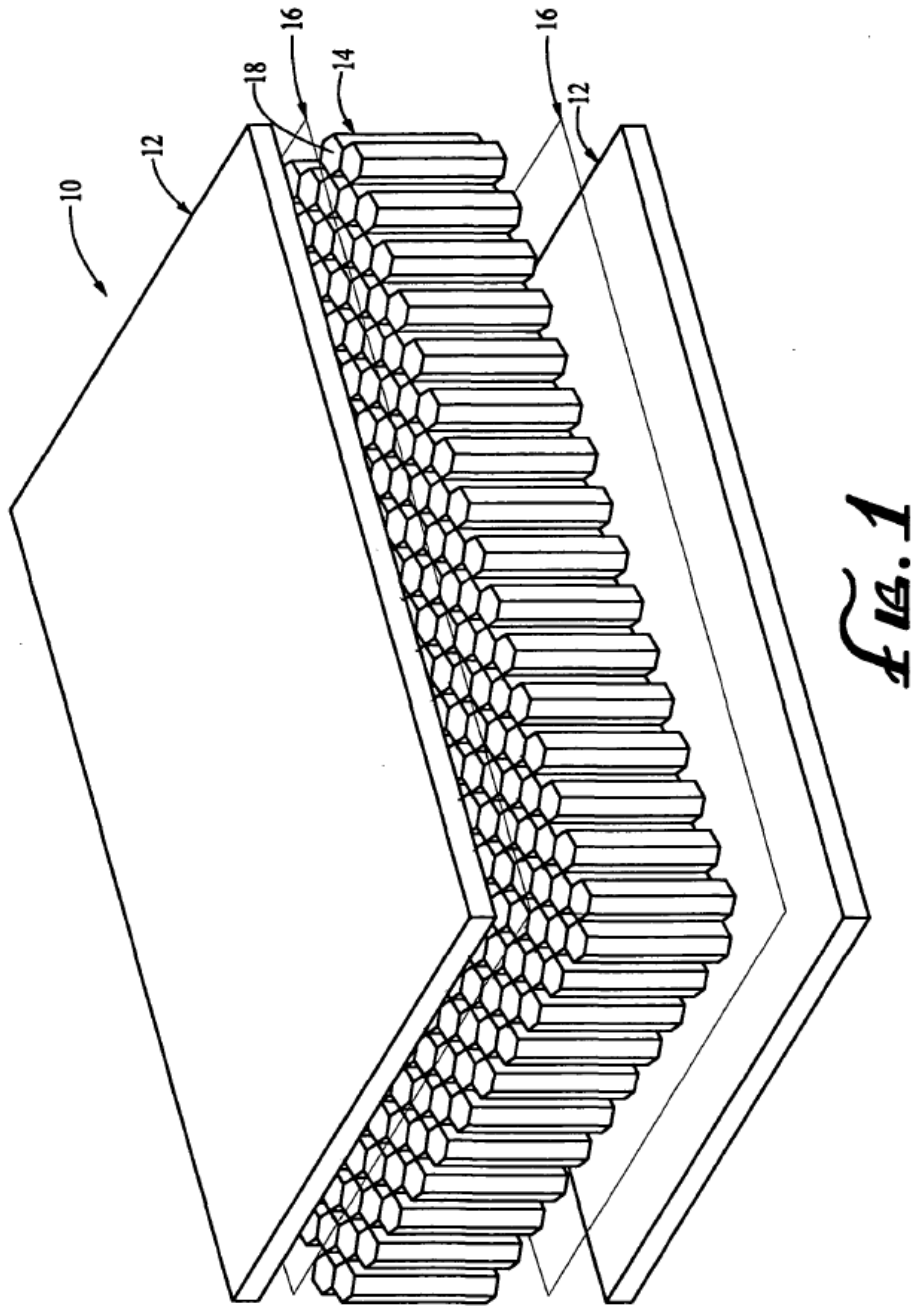


Fig. 1

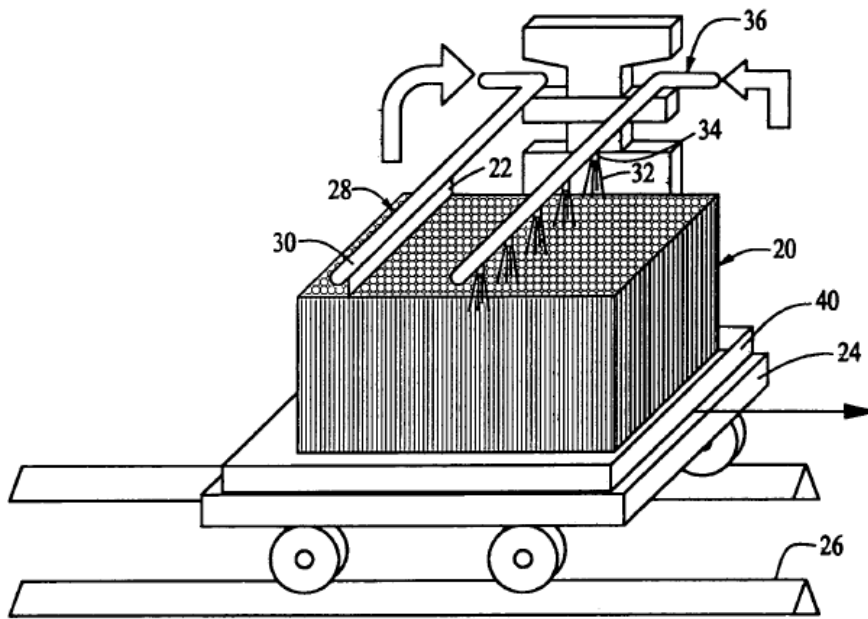


Fig. 2

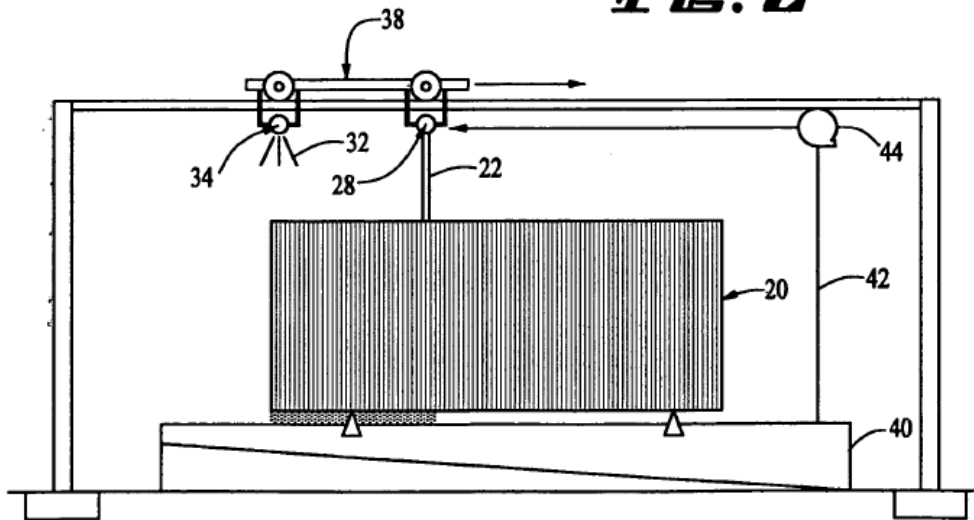


Fig. 3