

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 283**

51 Int. Cl.:

E04C 2/16 (2006.01)

E04C 2/296 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2012 E 12175206 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2543788**

54 Título: **Elementos de construcción modulares**

30 Prioridad:

06.07.2011 FR 1156128

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

29.03.2017

73 Titular/es:

**UNIVERSITÉ DE PICARDIE JULES VERNE
(50.0%)
Chemin du Thil
80025 Amiens Cedex 1, FR y
EURL DHEUR (50.0%)**

72 Inventor/es:

**DHEUR, DIDIER y
T'KINT, MICHÈLE**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 607 283 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).

Elementos de construcción modulares

Descripción

- 5 La presente invención se refiere a elementos de construcción modulares que incorporan materiales de origen vegetal para realizar en particular edificios de vivienda.

10 La utilización de materiales de origen vegetal en construcciones destinadas a vivienda se conoce desde el principio de los tiempos. Por ejemplo, el adobe, una mezcla de arcilla y fibras vegetales, permite unir piedras entre sí para levantar muros o para formar el relleno de una construcción de entramado.

15 Desde una época reciente se ha concebido la construcción de viviendas utilizando residuos de materiales vegetales cuyo destino era muy diferente, pero cuyas propiedades y acondicionamiento son apropiados. Se trata por ejemplo de paja de trigo acondicionada en fardos en forma de paralelepípedos de una decena de kilogramos. Estos fardos de paja son relativamente compactos, pero sin embargo encierran mucho aire, lo que constituye una ventaja para el aislamiento térmico.

20 Por lo tanto, los fardos de paja se disponen unos sobre otros entre montantes verticales para realizar paneles. A continuación, estos paneles se cubren con un revestimiento para impermeabilizarlos. Los fardos de paja están formados por briznas de paja relativamente largas, prensadas y aglutinadas dentro de prensas estándar. Además, los fardos de paja presentan una longitud regulable de

25 aproximadamente 90 cm y una sección constante; su anchura es de aproximadamente 50 cm y su espesor de 36 cm. Además se instalan horizontalmente costados contra costados entre los montantes verticales y desplazados en media longitud en cada capa. De este modo, el espesor del panel así realizado corresponde al espesor de los fardos de paja más los espesores del

30 revestimiento.

Utilizando siempre el mismo material, paja, acondicionado del mismo modo, se ha ideado la producción de paneles prefabricados para montarlos después con el fin

de formar edificios. Se puede hacer referencia en particular al documento WO2009/106793, que describe un procedimiento de fabricación de paneles de este tipo. De acuerdo con este documento, en primer lugar se realiza un marco en cuyo interior se instalan los fardos de paja en forma de paralelepípedos llenando
5 por completo el espacio interior del marco, y a continuación se introducen tallos a través de los fardos de paja, en un plano esencialmente paralelo al plano medio del marco, para mantenerlos en su sitio y hacer más rígido el conjunto. Después se recubren las dos caras opuestas del panel, en concreto para impermeabilizarlas.

10

Por lo tanto, el espesor de los paneles está condicionado por el espesor de los fardos de paja. Este espesor estándar se debe a las prensas existentes para producir dichos fardos. Por otro lado, este espesor debe ser mínimo para facilitar su manipulación y para que conserven su forma de paralelepípedo.

15

Además, un problema que se plantea y que la presente invención tiene por objeto resolver consiste en suministrar un elemento de construcción modular cuyos espesores se puedan ajustar libremente y cuyas propiedades térmicas estén mejoradas.

20

El documento GB649973A describe un elemento de construcción modular según el preámbulo de la reivindicación 1.

Con este fin, la presente invención propone un elemento de construcción modular
25 que comprende dos paredes rígidas mantenidas a distancia una de la otra y una cavidad que se extiende entre dichas dos paredes, comprendiendo dicho elemento de construcción modular un material aislante de origen vegetal alojado en el interior de dicha cavidad. De acuerdo con la invención, dichas paredes rígidas están realizadas con un material compuesto consistente en una mezcla de
30 granulados vegetales y aglutinante a base de compuestos procedentes de organismos vivos.

Por consiguiente, una característica de la invención consiste en la utilización de paredes rígidas que incluyen granulados vegetales y que por lo tanto presentan propiedades mecánicas y en particular propiedades térmicas. En efecto, gracias a los granulados vegetales queda aire aprisionado en las paredes rígidas, lo que
5 permite reducir su conductividad térmica y, en consecuencia, mejorar la resistencia térmica del elemento de construcción. Además, estas paredes rígidas se producen a un coste ventajoso, con aglutinantes y granulados poco costosos.

Estas paredes se pueden mantener separadas unas de otras según una distancia
10 predeterminada. Además, dicho material aislante de origen vegetal consiste ventajosamente en una mezcla de partículas libres. De este modo, la cavidad entre las dos paredes se puede rellenar con la mezcla de partículas libres sin limitación de espesor. De esta forma se obtiene un elemento de construcción en sándwich que presenta dos paredes hechas de granulados vegetales y un
15 aglutinante para que adquieran rigidez, procediendo el aglutinante de organismos vivos y manteniéndose las paredes distanciadas una de la otra para alojar el material aislante de origen vegetal en la cavidad que las separa. En consecuencia, el espesor de los elementos de construcción modulares se puede ajustar adaptando el espesor de las propias paredes y la distancia que las separa.

20 De acuerdo con una primera variante de realización de la invención, dicho material aislante de origen vegetal comprende una mezcla de partículas libres. De este modo, cuando las dos paredes se mantienen en posición fija distanciadas una de la otra, el material aislante se vierte a granel entre las dos paredes para
25 extenderse por completo por toda la cavidad.

Preferentemente, dicho material aislante de origen vegetal comprende tallos y hojas de cereales; más concretamente paja. Estos tallos y hojas de cereales tienen la ventaja de que se pueden obtener a un coste muy favorable y además
30 permiten encerrar grandes cantidades de aire. Gracias a este aire encerrado se aumentan en particular las capacidades de aislamiento térmico. También se observará que el aprisionamiento de una cámara de aire entre dos paredes rígidas permite atenuar mejor la transmisión de las ondas acústicas.

De acuerdo con una segunda variante de realización de la invención, dichos tallos y hojas de cereales consisten esencialmente en briznas largas. Además se enredan formando un tapiz homogéneo relativamente aglutinado. Se observará
5 que es posible obtener un tapiz de este tipo directamente a partir de paja acondicionada en haces redondos por medio de una prensa de tipo "enfardadora redonda". Estos haces redondos se desenrollan después para formar dicho tapiz. Este tapiz homogéneo se puede mantener ventajosamente aprisionado entre las dos paredes rígidas sin necesidad de formar una cámara estanca.

10

Tal como se explicará más detalladamente después de la descripción, el aglutinante se basa ventajosamente en compuestos proteínicos, por ejemplo de caseína o de hemoglobina. Por ejemplo, la hemoglobina también se obtiene a un coste ventajoso en mataderos, donde se recoge la sangre de los animales.
15 Cuando los compuestos proteínicos se utilizan en forma deshidratada, evidentemente se añade agua para formar un aglutinante homogéneo en forma de pasta.

Preferentemente, al aglutinante a base de proteínas se le añade un ácido
20 orgánico, por ejemplo ácido acético, que provoca la coagulación de estas proteínas de modo que finalmente se convierten en una masa. Los granulados vegetales se enredan entonces en las proteínas convertidas en masa, y el conjunto se endurece al secarse.

25 Además, en particular cuando se utiliza caseína, dicho aglutinante comprende preferentemente cal hidráulica, que presenta la ventaja de endurecerse en presencia de agua y, por lo tanto, mejorar la rigidez de las paredes una vez que éstas se han secado.

30 Ventajosamente, dichos granulados vegetales comprenden tallos y hojas de cereales en briznas cortas. De este modo, la resistencia mecánica de las paredes se mejora en gran medida en compresión. Además, los elementos de construcción según la invención funcionan esencialmente en compresión para

soportar su propio peso. En este sentido, son autoportantes y no requieren ningún elemento de refuerzo complementario.

De acuerdo con una forma de realización particularmente ventajosa, dichas dos
5 paredes rígidas presentan bordes, unidos entre sí por paredes periféricas para cerrar dicha cavidad. De este modo, en particular cuando el material aislante de origen vegetal está en forma de briznas cortas, es fácil verterlas en el interior de la cavidad sin pérdida.

10 Por otro lado, el elemento de construcción según la invención incluye además separadores para mantener dichas dos paredes a distancia una de la otra. Adicionalmente, esto permite que el elemento de construcción sea más rígido.

Evidentemente, los elementos de construcción del tipo arriba mencionado se
15 realizan en serie para poder estandarizar la producción y reducir así los costes. Los edificios para vivienda o para cualquier otro uso evidentemente se montan por medio de múltiples elementos de construcción del tipo arriba mencionado.

Otras particularidades y ventajas de la invención se desprenderán de la lectura de
20 la siguiente descripción de modos de realización particulares de la invención, dados a título indicativo y no limitativo, y representados en los dibujos adjuntos, en los que:

- la Figura 1 es una vista en alzado frontal de un elemento modular según una
25 primera forma de realización de la invención;
- la Figura 2 es una vista lateral del elemento modular representado en la Figura 1;
- la Figura 3 es una vista esquemática en sección recta horizontal del elemento modular representado en la Figura 1; y
- 30 - la Figura 4 es una vista esquemática en perspectiva de un elemento modular según una segunda forma de realización.

Las Figuras 1 y 2 ilustran un elemento de construcción modular 10 según una primera forma de realización de la invención, presentando la primera la pared delantera 12 y la segunda las paredes delantera 12 y trasera 14. Además, en la Figura 2 también están representadas paredes periféricas: una pared superior 16 opuesta a una pared inferior 18, y una primera pared lateral 20. La Figura 3 muestra la segunda pared lateral 22 opuesta a la primera 20 y también se puede ver la pared delantera 12 opuesta a la pared trasera 14.

Las dos paredes, delantera 12 y trasera 14, se mantienen distanciadas una de la otra y definen entre ellas una cavidad 24 cerrada por las paredes inferior 18, superior 16 y laterales 20, 22 formando una cámara estanca.

Tal como se explicará más abajo, la cavidad 24 se rellena de materiales aislantes de origen vegetal, mientras que las paredes delantera 12, trasera 14 y laterales 20, 22 están hechas de un material compuesto consistente en una mezcla de granulados vegetales y de aglutinante a base de compuestos procedentes de organismos vivos, preferentemente compuestos proteínicos.

En lo que respecta a los granulados vegetales, éstos permiten al mismo tiempo encerrar aire, lo que resulta ventajoso para el aislamiento térmico. La paja de cereales es un granulado vegetal ventajoso, ya que se trata de un subproducto de los cultivos de cereales y en consecuencia está disponible a un coste favorable, en forma de briznas largas o cortas. También se pueden utilizar productos de desfibrado de lino o cáñamo, pulpa de remolacha recogida en las azucareras, miscanthus (caña chinesca) o cualquier otro producto lignocelulósico. Los residuos de la explotación forestal o de madera también se utilizan de forma ventajosa como granulados.

Con el fin de producir el material compuesto, los gránulos vegetales del tipo arriba mencionado se someten en primer lugar a trituración, por ejemplo en una trituradora de cuchillas. Esta trituración permite ajustar una granulometría que presenta un tamaño cuya distribución oscila, por ejemplo, entre 2 mm y 10 mm.

A continuación, estos granulados vegetales se mezclan con un aglutinante en proporciones másicas comprendidas, por ejemplo, entre uno por uno o uno por dos. Más abajo se indican ejemplos de aglutinantes apropiados. Después, la mezcla se somete a un amasado para homogeneizarla. En determinadas
5 circunstancias, la mezcla se calienta, por ejemplo a temperaturas entre 70° y 90°, para promover las reacciones químicas en caso dado. Además, el calentamiento permite reducir la viscosidad de la mezcla y en consecuencia acelera la homogeneización. Este calentamiento se realiza por ejemplo por medio de microondas.

10

A continuación, la mezcla homogénea se vierte en moldes que presentan la forma de pared que se desea obtener, y los moldes se mantienen a 50 °C durante 24 horas, tras lo cual se realiza el desmoldeo. Los moldes están constituidos por ejemplo por cajas rectangulares de fondo plano de 150 cm de longitud por 120 cm
15 de anchura, que se cierran por medio de una placa de las mismas dimensiones que se encastra dentro de la caja rectangular. Las piezas desmoldeadas se conservan después en un recinto ventilado, por ejemplo a una temperatura de entre 30 y 70 °C.

20 A continuación se dan algunos ejemplos del aglutinante a base de compuestos procedentes de organismos vivos.

Un primer ejemplo de aglutinante se produce a base de sustancias proteínicas de la leche, más particularmente a base de caseína. Además, la caseína se mezcla
25 con cal hidráulica en proporciones variables. La proporción de cal hidráulica es preferiblemente inferior al 50% de la mezcla en peso. Preferentemente, la relación en peso de caseína/cal hidráulica es de aproximadamente 80/20. A continuación, a esta primera mezcla se le añade ácido acético en forma de vinagre de alcohol en proporciones de aproximadamente el doble de la materia seca de dicha
30 primera mezcla.

Un segundo ejemplo de aglutinante se produce a partir de hemoglobina deshidratada, a la que se le añade agua y ácido acético. Se ha de señalar que la

hemoglobina procedente de sangre de animales se puede obtener en mataderos a un coste muy ventajoso.

5 A continuación se dan ejemplos de mezclas que conducen a la obtención de materiales compuestos destinados a formar las paredes rígidas del elemento de construcción modular según la invención.

Ejemplo 1:

10 El primer aglutinante mencionado más arriba, a base de caseína, se mezcla con paja de trigo triturada, cuyas briznas calibradas miden aproximadamente 2 mm. Esta calibración se obtiene tamizando la paja después de la trituración. La proporción en masa del aglutinante con respecto a la paja es de tres a dos. La mezcla se homogeneiza y se calienta por medio de microondas. A continuación
15 se vierte en un molde de acuerdo con el procedimiento arriba mencionado.

El material compuesto obtenido presenta una densidad aparente de 430 kg/m^3 , mientras que su módulo de elasticidad dinámico, determinado por ultrasonidos, es de 1,25 GPa. Las resistencias a la compresión y a la flexión del compuesto son de
20 5,08 y 3,8 MPa, respectivamente. En cuanto a la conductividad térmica, ésta es de $0,12 \text{ W/m/K}$. De este modo se obtiene un compuesto rígido que presenta una gran resistencia mecánica además de una baja conductividad térmica.

Ejemplo 2:

25

El mismo primer aglutinante se mezcla con paja de trigo triturada y tamizada, siendo en este caso la longitud media de las briznas de 10 mm. Las proporciones de la mezcla en peso son idénticas. El material compuesto obtenido presenta una densidad aparente de 388 kg/m^3 y un módulo de elasticidad dinámico de 0,7 GPa.
30 Las resistencias mecánicas a la compresión y a la flexión del compuesto son de 2,78 MPa y 2,5 MPa, respectivamente. En cuanto a las características térmicas y termodinámicas, la conductividad térmica es de $0,10 \text{ W/m/K}$.

Ejemplo 3:

El mismo primer aglutinante se mezcla aquí con paja de trigo que presenta briznas de longitudes diferentes, más concretamente las dos longitudes de la paja
5 utilizada en los ejemplos anteriores. Por lo tanto, la paja de trigo presenta un 50% en peso de paja con briznas cortas de 2 mm y un 50% en peso de paja con briznas largas de 10 mm. El aglutinante y la paja se mezclan en proporciones análogas a los ejemplos anteriores de tres a dos. La densidad aparente del compuesto así obtenido es de 415 kg/m^3 y el módulo de elasticidad es de 1,1
10 GPa. Las resistencias mecánicas a la compresión y a la tracción son de 3,7 MPa y 3,1 MPa, respectivamente. La conductividad térmica es igual a 0,11 W/m/K.

Ejemplo 4:

15 En relación con los ejemplos anteriores, la paja de trigo se sustituye aquí por estopa de lino triturada y calibrada por tamizado a 2 mm. Las proporciones de aglutinante y estopa son análogas a las de los ejemplos anteriores. La densidad aparente es de 602 kg/m^3 y las resistencias a la compresión y a la tracción son de aproximadamente 6,15 MPa. El coeficiente de conductividad térmica es de 0,19
20 W/m/K.

Ejemplo 5:

En este ejemplo, la paja se sustituye por agramizas de lino trituradas y calibradas por tamizado a 2 mm. Éstas se mezclan en proporciones análogas a las de los
25 ejemplos anteriores, con el mismo primer aglutinante. Después de verterla en el molde, la mezcla se prensa por medio de una prensa hidráulica con una presión de aproximadamente 1 bar. De este modo se obtiene un material con una densidad aparente de 590 kg/m^3 . Las resistencias mecánicas de flexión y compresión son de 10,5 MPa y 7,5 MPa, respectivamente, mientras que la
30 resistencia a la tracción es de 3 MPa. Los módulos de flexión, tracción y compresión son de 1480 MPa, 1725 MPa y 128 MPa, respectivamente. Además, las deformaciones de rotura son del 0,18% en tracción y el 15% en compresión,

mientras que el coeficiente de Poisson es de aproximadamente 0,4. Ante estas características mecánicas detalladas, se constata que el material compuesto así obtenido es más rígido que el de los ejemplos anteriores, en particular gracias a la aplicación de una presión durante el moldeo. En lo que respecta a las propiedades termodinámicas, la conductividad térmica del compuesto obtenido es de 0,15 W/m/K.

Sea cual sea el material compuesto, se obtienen paredes rígidas cuyas dimensiones pueden ser, eligiendo un molde adecuado, de 1,20 m por 2,50 m con un espesor de 7,5 cm. Teniendo en cuenta las propiedades mecánicas del material compuesto, estas paredes son rígidas y se pueden disponer una frente a otra para crear una cavidad entre ambas.

La elección de uno u otro material compuesto está determinada por la altura y la anchura de las paredes rígidas necesarias para la producción del elemento de construcción modular. En efecto, cuanto más grande es la pared deseada, mayor debe ser la resistencia mecánica del material compuesto para resistir en concreto la flexión. En cambio, la conductividad térmica es una función inversa de la resistencia térmica. Además, para producir elementos de construcción que sean buenos aislantes térmicos es necesario dar preferencia a materiales compuestos que presenten el menor coeficiente de conductividad térmica posible.

Volviendo al elemento de construcción modular mostrado en las Figuras 1 a 3, las paredes delantera 12 y trasera 14 presentan las dimensiones arriba mencionadas de 1,20 m por 2,50 m con un espesor de 7,5 cm cada una, y se mantienen separadas una de otra en una distancia D de 25 cm por medio de las paredes laterales 20, 22, inferior 18 y superior 16. Las paredes 12, 14, 16, 18, 20, 22 se mantienen unidas por encolado y/o mediante fijaciones metálicas.

La cavidad 24 se rellena después con paja de trigo triturada, cuyas briznas presentan una longitud comprendido esencialmente entre 1 mm y 10 mm, y que se introduce a granel. En este caso, la conductividad térmica de la paja triturada

es de 0,06 W/m/K y, en el elemento de construcción modular representado en las Figuras 1 a 3, se llega a una resistencia térmica de 5,6 K/W.

De acuerdo con otra forma de realización de la invención, el material aislante de origen vegetal destinado a ser alojado en el interior de la cavidad es relativamente homogéneo y está aglutinado para poder mantenerlo entre las dos paredes rígidas sin necesidad de pared lateral de retención.

Para ello se utilizan pajas de brizna larga enredadas unas con otras formando un tapiz.

La Figura 4, en la que las referencias de los elementos análogos a los de las figuras anteriores son idénticas y están provistas de un signo « ' », ilustra un elemento de construcción 10' que presenta una pared delantera 12' y una pared trasera 14'. Evidentemente, estas paredes se obtienen conforme a uno de los ejemplos arriba mencionados. Entre las dos paredes 12', 14' se extiende un tapiz 30 hecho de paja de briznas largas enredadas. A diferencia de la forma de realización precedente, el elemento de construcción 10' no presenta aquí paredes laterales y el tapiz de paja 30 aflora por los bordes de las paredes 12', 14'. De este modo, los elementos de construcción 10' se pueden acoplar borde con borde, y los tapices de paja se apoyan unos contra otros y aseguran una continuidad entre las paredes. Además, en los bordes de los elementos de construcción está prevista una ranura longitudinal, no representada aquí, para poder insertar en la misma una junta de estanqueidad que sobresalga de dichos bordes. Además, cuando los elementos de construcción están acoplados borde con borde, las juntas se apoyan respectivamente contra el borde opuesto, con lo que la junta resulta impermeable.

Estos tapices se obtienen directamente a partir de paja acondicionada en haces redondos. Estos haces redondos se realizan en pleno campo, después de la trilla de los cereales, por medio de una prensa de tipo "enfardadora redonda" con la que se recogen las pajas extendidas sobre el suelo. Estos haces redondos se recuperan después y se almacenan para transportarlos al lugar de producción de

los elementos de construcción. Después se desenrollan para formar los tapices. Los tapices son homogéneos porque durante el prensado, los medios de recogida y agujas permiten enredar las briznas de paja.

- 5 Además, el tapiz se mantiene atrapado entre las dos paredes rígidas por ejemplo mediante montajes atornillados.

Reivindicaciones

1. Elemento de construcción modular (10; 10') que comprende dos paredes rígidas (12, 14; 12', 14') mantenidas a distancia una de otra y una cavidad (24) que se extiende entre dichas dos paredes, comprendiendo dicho elemento de construcción modular (10, 10') un material aislante de origen vegetal alojado en el interior de dicha cavidad;
5 **caracterizado porque** dichas paredes rígidas (12, 14; 12', 14') están realizadas con un material compuesto consistente en una mezcla de granulados vegetales y aglutinante a base de compuestos procedentes de organismos vivos.
10
2. Elemento de construcción según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho material aislante de origen vegetal comprende una mezcla de partículas libres.
15
3. Elemento de construcción según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** dicho material aislante de origen vegetal comprende tallos y hojas de cereales.
20
4. Elemento de construcción según la reivindicación 3, **caracterizado porque** dichos tallos y hojas de cereales consisten esencialmente en briznas largas.
- 25 5. Elemento de construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** dichos compuestos procedentes de organismos vivos comprenden compuestos proteínicos.
6. Elemento de construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a
30 5, **caracterizado porque** dicho aglutinante comprende un ácido orgánico.
7. Elemento de construcción según la reivindicación 6, **caracterizado porque** dicho aglutinante comprende ácido acético.

8. Elemento de construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** dicho aglutinante comprende cal hidráulica.
- 5 9. Elemento de construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** dichos granulados vegetales comprenden tallos y hojas de cereales en briznas cortas.
- 10 10. Elemento de construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** dichas dos paredes rígidas (12, 14) presentan bordes, y **porque** dichos bordes están unidos entre sí por paredes periféricas (20, 22) para cerrar dicha cavidad.
- 15 11. Elemento de construcción según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** además incluye separadores para mantener dichas dos paredes distanciadas la una de la otra.

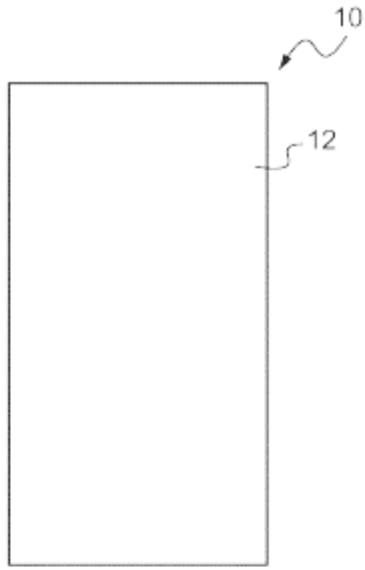


Fig.1

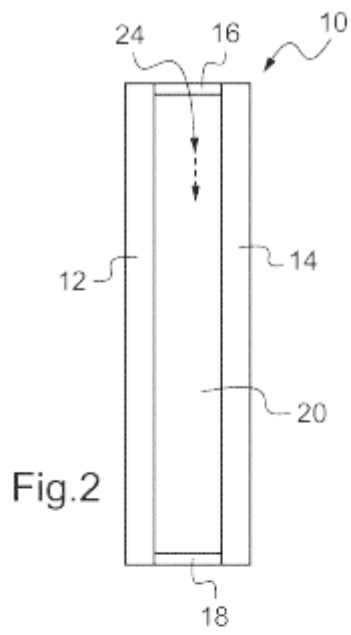


Fig.2

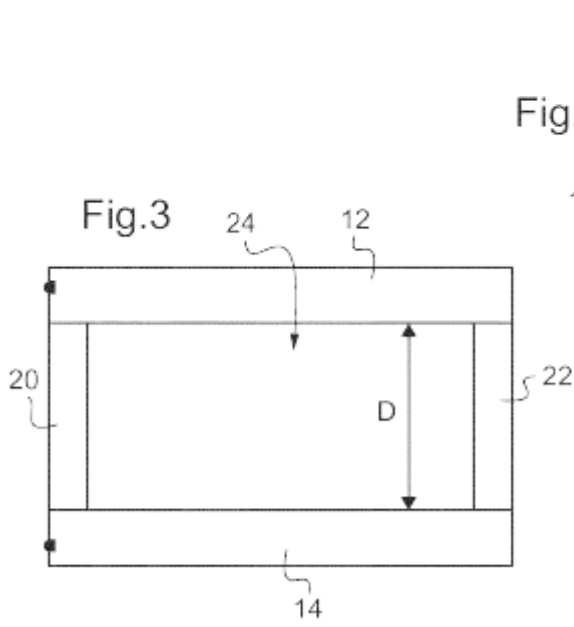


Fig.3

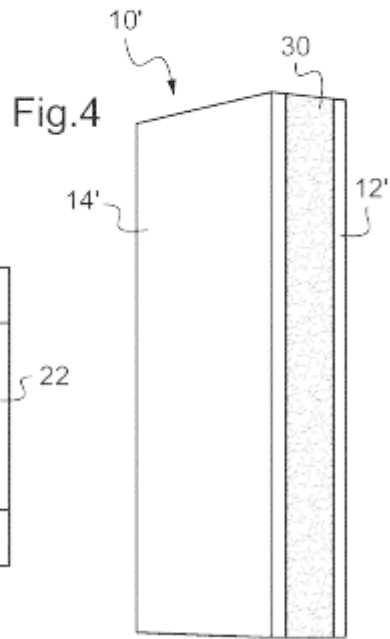


Fig.4