

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 789**

51 Int. Cl.:

F24F 13/10 (2006.01)

A62C 2/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2009 E 09177341 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2012 EP 2327453**

54 Título: **Sistema pasivo resistente al fuego paa rellenar un espacio o hueco limitado por elementos de construcción**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.03.2013

73 Titular/es:

BEELE ENGINEERING B.V. (100.0%)
Beunkdijk 11
7122 NZ Aalten, NL

72 Inventor/es:

BEELE, JOHANNES ALFRED

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 398 789 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

Sistema pasivo resistente al fuego para rellenar un espacio o hueco limitado por elementos de construcción

La invención se refiere a un sistema pasivo resistente al fuego para rellenar un espacio de modo que el sistema resista la propagación de un fuego cercano a través de dicho espacio. Asimismo, la invención se refiere a una estructura multicapa prefabricada de dicho sistema para rellenar espacios o huecos en construcciones. La palabra "pasivo" pretende indicar que el sistema no requiere ser activado por otro fenómeno que no sea un aumento de la temperatura debido a un incendio cercano.

Antecedentes de la invención

Muchas construcciones, construcciones en alta mar y construcciones en tierra, comprenden espacios o huecos diseñados intencionadamente en o entre elementos de construcción. Estos espacios o huecos pueden estar formados entre techos y paredes en construcciones en tierra y facilitan el posicionamiento de los elementos de construcción en relación mutua. Los espacios o huecos pueden tener la función de aislar térmica o acústicamente los elementos de construcción entre sí. Particularmente en las construcciones de acero (tanto en tierra como en alta mar), dichos espacios o huecos también pueden haber sido diseñados para permitir diferencias en expansión térmica entre los elementos de construcción. Esto se aplica más concretamente a los llamados muros antideflagraciones y suelos. Los espacios y huecos pueden ser relativamente grandes y, en ocasiones, deben ser rellenados por un elemento que además proporcione estabilidad mecánica. Pueden encontrarse ejemplos entre unidades de viviendas construidas de forma modular, como las situadas en plataformas petrolíferas o las utilizadas para ampliar centros penitenciarios. Dichos espacios o huecos no están diseñados para contener cables y/o tuberías, etc. Sin embargo, dicho espacio podría estar formado por una brazola en una construcción de acero, como una plataforma petrolífera en alta mar o a bordo de un buque, o un espacio tipo ventana en una pared de piedra u hormigón. Es posible que dicho espacio o hueco permita, en esencia, la futura incorporación de instalaciones complementarias de infraestructuras, como cables de electricidad, tuberías de aguas residuales, etc. Sin embargo, también es posible concebir que dichos espacios o huecos siempre deben existir y nunca debe utilizarse para el transporte u otras instalaciones adicionales de infraestructura. En cualquier caso, dichos espacios o huecos mencionados anteriormente normalmente deben estar sellados, de modo que, en caso de incendio cercano, el fuego no pueda propagarse a dichos espacios o huecos en la construcción. Por ello, existen sistemas para sellar dichos espacios o huecos en la técnica anterior, también denominados "aberturas".

El documento WO2004/0963 describe un material resistente al fuego basado en una espuma elastomérica con una estructura celular sustancialmente cerrada en la que se incorporan una espuma, al menos un material ignífugo que forma una costra y un material de grafito de pH neutralizado. Como se muestra en las figuras 9 y 10 del documento WO2004/096369 y como se explica en la descripción adjunta de estas figuras, especialmente la página 15 y 16, este material se expande al ser expuesto al calor en la dirección que no queda expuesta directamente al incendio cercano. Como resultado de ello, el sellado se prolonga en la dirección en la que desciende la temperatura. Como resultado, el material ofrece una mayor protección frente al efecto del fuego y/o del calor extremo. Este material es muy adecuado para espacios o huecos relativamente pequeños. Cuando el espacio o hueco es grande, no puede ofrecer mucha estabilidad mecánica.

Especialmente, el documento WO2005/078884 describe un sistema de este tipo para sellar una abertura en una pared, utilizando una primera y una segunda partes resistentes al fuego para un sellado de dicha abertura resistente al fuego al menos temporalmente. Las primeras partes están fabricadas sustancialmente a partir de un caucho resistente al fuego y/o plástico térmico resistente al fuego. Las segundas partes están fabricadas a partir de un material resistente al fuego basado en una espuma elastomérica. Las primeras partes tienen forma de manguito y comprenden una hendidura para poder ser colocadas alrededor del dispositivo de transporte como un cable, conducto o tubo. Este sistema está dedicado exclusivamente a aberturas a través de las cuales se introduce un cable, conducto o tubo. En otras palabras, este sistema no resulta adecuado para los espacios y huecos para los que la presente divulgación proporciona un sistema resistente al fuego.

Se considera que el documento DE 3724744 A1 representa la técnica anterior más cercana y describe un sistema que presenta las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Objeto de la invención

Es un objeto de la invención proporcionar un sistema pasivo mejorado resistente al fuego para llenar un espacio o hueco para resistir la propagación de un incendio cercano a través de dicho espacio o hueco.

Es un objeto adicional de la invención proporcionar un sistema que mantenga durante un periodo de tiempo mucho más largo durante el cual el sistema está expuesto, por un lado, a un aumento significativo de la temperatura, siendo la temperatura baja en el lado que no está expuesto al fuego cercano.

5 Es un objeto adicional de la invención proporcionar un sistema que demuestre, después del enfriamiento del lado expuesto a un incendio cercano, la estanqueidad al agua de dicho sistema frente a una corriente de agua utilizada para extinguir el fuego.

Resumen de la invención

10 La invención proporciona un sistema pasivo resistente al fuego para rellenar un espacio o hueco limitado por elementos de construcción, para resistir la propagación de un incendio cercano a través del espacio o hueco. El sistema comprende al menos dos primeras capas de un primer material que comprende una espuma elastomérica resistente al fuego que tiene una estructura celular cerrada. El sistema comprende, además, al menos una segunda
15 capa de un segundo material intercalado entre las dos primeras capas. El segundo material comprende un polímero y cada segunda capa tiene superficies que, como respuesta inicial a un aumento de su temperatura a partir de la temperatura ambiente, presenta una transición a un estado adhesivo. Esta primera y segunda capas se extienden en paralelo entre sí. El segundo material es más rígido que el primer material.

20 Sin ánimo de vincularse con ninguna teoría, se cree firmemente que como resultado de un incendio cercano, esto es, debido a un aumento de la temperatura, inicialmente las superficies del segundo material se vuelven adhesivas de modo que la primera y la segunda capas se adhieren firmemente la una a la otra en sus superficies de contacto. Aunque, como consecuencia del aumento de la temperatura, aumenta la presión del gas en las células cerradas de la espuma elastomérica, la expansión de estas células cerradas es suprimida por la adhesión de la espuma
25 elastomérica cerca de las segundas capas del segundo material. Esta supresión es posible porque el segundo material es mucho más rígido que el primer material. El segundo material mucho más rígido impone, de este modo, una contrafuerza sobre la espuma elastomérica en expansión. Como se suprime la expansión de las células cerradas, no se alcanza la presión de rotura de estas células. La capacidad aislante del sistema resistente al fuego se mantiene, consecuentemente, durante un periodo de tiempo más largo. Dado que, inicialmente, se suprime la
30 expansión de la espuma elastomérica resistente al fuego, y se mantienen las propiedades aislantes, el sistema pasivo resistente al fuego se mantiene mucho más tiempo en su estado original en el lado que no está expuesto directamente a un fuego cercano. Como la temperatura permanece baja en lo más profundo de la estructura multicapa, la estabilidad mecánica ofrecida por el sistema, y que se elaborará más detalladamente a continuación, permanece inalterada.

35 En una realización de un sistema de acuerdo con la invención, al menos una segunda capa está intercalada de forma adhesiva entre las dos primeras capas por un contacto adhesivo de la segunda capa con cada una de estas primeras capas. Ventajosamente, al menos tres capas pueden situarse como una unidad, de forma rápida y conveniente, en el espacio que debe rellenarse con el sistema pasivo resistente al fuego. Incluso es posible realizar una estructura multicapa de la primera y la segunda capa en un tamaño tal que, al colocar dicha unidad de dicha multiestructura, el espacio se rellene directamente con el sistema pasivo resistente al fuego.

45 En una realización de un sistema de acuerdo con la invención, cada primera capa está intercalada entre dos segundas capas del segundo material. Esto tiene la ventaja de que varias de las capas exteriores del sistema pasivo resistente al fuego siempre son del segundo material. Al aumentar la temperatura, las superficies exteriores de estas segundas capas mostrarán la transición a un estado adhesivo y como tal, se adherirán al sistema pasivo resistente al fuego colocado en el espacio contra la pared interior de dicho espacio. Esto proporcionará una "jaula" adicional en la que se incluirá el sistema pasivo resistente al fuego, proporcionando una contrapresión adicional contra la expansión de la espuma elastomérica. En otras palabras, contribuye además a mantener el estado original del sistema pasivo
50 resistente al fuego en dicho espacio, manteniendo particularmente el estado cerrado de las células en la espuma elastomérica.

55 En una realización de un sistema de acuerdo con la invención, cada primera capa está intercalada de forma adhesiva entre las dos segundas capas del segundo material por contacto adhesivo de las segundas capas con las primeras capas. Asimismo, en esta realización, resulta ventajoso que las capas exteriores ya estén fijadas al cuerpo principal de capas de modo que puede considerarse que el sistema pasivo resistente al fuego para rellenar un espacio es una unidad totalmente prefabricada que reduce significativamente el tiempo necesario para instalar el sistema pasivo resistente al fuego en dicho espacio.

60 En una realización de un sistema de acuerdo con la invención, el contacto adhesivo es el resultado de precalentar una superficie de una segunda capa, presionando dicha superficie precalentada contra una superficie de la primera

capa y, a continuación, dejando que se enfríen las superficies que están presionadas entre sí. Ventajosamente, se hace uso de la naturaleza de la segunda capa al preparar dicha estructura multicapa. Como se describirá más detenidamente a continuación en una descripción más detallada de la invención, dicha estructura multicapa puede actuar como un cojinete de puente que puede soportar cargas de 12000 kg por m².

5

La estructura multicapa es un sistema pasivo prefabricado resistente al fuego que ofrece la ventaja de que la estratificación no tiene que realizarse en el emplazamiento de la construcción. Esta estructura multicapa prefabricada ofrece inmediatamente estabilidad mecánica ya que no tiene que ser construida capa a capa. Asimismo, no es necesario esperar a que se produzca un incendio, ni aplicar calor localmente de forma deliberada, para garantizar que la segunda capa intercalada entre las primeras capas se adhiera a estas primeras capas. El fabricante de la estructura multicapa, bajo circunstancias cuidadosamente controladas, habrá garantizado que se haya producido la unión óptima entre estas capas. Es posible cortar la estructura multicapa prefabricada en un emplazamiento de construcción de forma que se personalice localmente para encajar en un espacio o hueco concreto. Sin embargo, también resulta posible naturalmente que el fabricante produzca las estructuras multicapa en una dimensión anteriormente descrita, de modo que pueda evitarse cualquier corte en el emplazamiento de construcción.

10

15

Dicha estructura multicapa puede actuar como un cojinete de puente, y soportar una carga de 12000 kg por m², y aceptar una compresión de 40% aproximadamente sin fallo de la estructura multicapa.

20

En una realización de un sistema de acuerdo con la invención, el polímero es un polímero reticulable. Esto permite una mejora adicional de las propiedades mecánicas del segundo material. En esencia, el segundo material puede, como resultado de un aumento adicional de la temperatura, adoptar una naturaleza similar al caucho, y esto mejora su rigidez. Consiguientemente, sigue siendo posible que el segundo material continúe suprimiendo la expansión de la espuma elastomérica resistente al fuego. Preferiblemente, el segundo material comprende un agente de vulcanización que se activa a temperaturas superiores a los 140 °C.

25

En una realización de un sistema de acuerdo con la invención, el segundo material comprende al menos un componente que hace que el segundo material se dilate térmicamente en un rango de temperatura predeterminada relativamente baja, en el que la temperatura más baja esté por encima de una temperatura a la cual se muestra la transición al estado adhesivo. Ventajosamente, la contrapresión proporcionada por el segundo material contra la expansión de la espuma elastomérica resistente al fuego puede mantenerse e incluso mejorarse cuando el sistema se expone a altas temperaturas. En otras palabras, cuando la temperatura aumenta y la presión en las estructuras de célula cerrada aumenta y se acerca a la presión de rotura de estas células cerradas, el segundo material suprimirá más fuertemente dicha expansión de las células cerradas, ya que el segundo material se dilatará. De ello se desprende que la capacidad aislante del sistema puede mantenerse durante un largo periodo de tiempo, incluso bajo condiciones térmicas más rigurosas.

30

35

Preferiblemente, al menos un componente es grafito térmicamente expandible. Este grafito es preferiblemente grafito de pH neutralizado.

40

La invención se explicarán adicionalmente en referencia al dibujo no limitante que muestra en:

la figura 1 una primera realización de un sistema de acuerdo con la invención, posicionado dentro de un espacio o hueco limitado por elementos de construcción;

45

la figura 2 es una segunda realización de un sistema de acuerdo con la invención, posicionado dentro de un espacio limitado por una brazola situada en una pared de construcción de metal;

la figura 3 es una tercera realización de un sistema de acuerdo con la invención;

y la figura 4 es la tercera realización comprimida en una dirección perpendicular a la primera y segunda capas.

50

En los dibujos, las partes similares están indicadas con referencias similares.

La figura 1 muestra una pared 1 construida en ladrillo o piedras de hormigón 2. En la pared 1 existe una abertura tipo ventana. Esta abertura tipo ventana se considera un ejemplo de espacio o hueco limitado por elementos de construcción. Este espacio o hueco se rellena con un sistema pasivo resistente al fuego de acuerdo con la invención. El sistema comprende un número de primeras capas 3 de un primer material que comprende una espuma elastomérica resistente al fuego que tiene una estructura celular cerrada. Un ejemplo de dicha espuma elastomérica se describe en el documento WO2004/096369. El solicitante comercializa dicha espuma con el nombre comercial de Actifoam.

55

60

La expresión "tiene una estructura celular cerrada" se refiere a una estructura de célula en la que al menos el 60% pero más preferiblemente al menos el 75% de las células están cerradas. Esto proporciona un buen aislamiento

térmico.

El sistema comprende además varias segundas capas 4 de un segundo material. La primera y segunda capas 3, 4 se extienden en paralelo entre sí. El segundo material comprende un polímero y cada segunda capa 4 tiene superficies que, como respuesta inicial a un aumento de su temperatura a partir de la temperatura ambiente, muestra una transición a un estado adhesivo. El segundo material es más rígido que el primer material. Un ejemplo del segundo material se describe en el documento WO2009/090247 en el que el segundo material se describe como el material del que está hecho el dispositivo, señalado en el documento W02003/090247 como dispositivo 6. El solicitante comercializa dicho material con el nombre de RISE Ultra. El polímero es preferiblemente un polímero reticulable. El polímero puede ser un EPDM, o preferiblemente un polímero acetato etileno (EVA). El segundo material comprende un agente de vulcanización que se activa a temperaturas superiores a los 140 ° C aproximadamente.

Como se muestra, es posible que también cada primera capa 3 esté intercalada entre dos segundas capas 4 del segundo material. A este respecto, la figura 1 muestra una segunda capa 4 en la parte más inferior del espacio que está relleno por el sistema resistente al fuego de acuerdo con la invención, además de la parte superior del mismo. Asimismo, dos capas del segundo material están posicionadas verticalmente entre las capas posicionadas horizontalmente y la pared interior vertical del espacio. Estas segundas capas se indican como segundas capas 4a. El segundo material puede comprender al menos un componente que haga que el segundo material se expanda térmicamente en un rango de temperatura relativamente predeterminado, del que la temperatura más baja está por encima de la temperatura en la que se muestra la transición a un estado adhesivo.

Asimismo, el primer material puede comprender al menos un componente que haga que el primer material se expanda térmicamente en un rango de temperatura predeterminado relativamente alto, del que la temperatura más baja está por encima de la temperatura a la que las superficies del segundo material muestran una transición a un estado adhesivo y alrededor de esa temperatura se activa el agente de vulcanización. Dicho componente puede ser un grafito expandible térmicamente, tanto para el primer como el segundo material, que puede obtenerse comercialmente para la expansión dentro de diferentes rangos de temperatura. El grafito es preferiblemente grafito de pH neutralizado. El primer material puede comprender, además, al menos un componente ignífugo con formación de costra, por ejemplo, melaminafosfato. Para posibles composiciones del primer material, se hace referencia adicionalmente al documento W02004/096369.

Cada una de las primeras capas tiene un grosor dentro del rango que varía de 1 a 4 cm, preferiblemente dentro de un rango que varía de 2 a 3 cm, incluso más preferiblemente alrededor de 2,5 cm. Como se muestra, el grosor es preferiblemente constante en la primera capa. Es posible fabricar primeras capas, por ejemplo, con un grosor de 1 cm, 1,5 cm, 2,0 cm, etc.

La segunda capa tiene, preferiblemente, un grosor dentro de un rango que varía de 1 a 4 mm, preferiblemente de 2 a 3 mm, e incluso más preferiblemente alrededor de 2,5 mm.

En caso de incendio cercano, aumentará la temperatura en el lado de la pared más cercana a dicho incendio. Se espera que el sistema resistente al fuego se caliente por el aire más caliente. Esto formará la principal fuente de entrada de calor en el sistema resistente al fuego. En otras palabras, se considera que la transferencia de calor de la pared al sistema resistente al fuego es insignificante en este caso.

El sistema resistente al fuego, particularmente debido a la estructura celular en el primer material, proporcionará un excelente aislamiento contra el calor e inhibirá la transmisión de calor desde el lado expuesto al incendio cercano al lado de la pared más alejada del incendio cercano. A continuación, el lado que está expuesto más directamente al incendio cercano se indica como el lado expuesto. El lado no expuesto directamente al fuego cercano se indica a continuación como el "lado no expuesto".

Debido al aumento en la temperatura, las superficies de la segunda capa presentarán una transición a un estado adhesivo y como tal, se adherirán a las superficies de la primera capa. Aunque el gas calentado en las células cerradas provocará que aumente la presión en dichas células, la expansión de dichas células, más aún la rotura de las células, se suprimirá por la adhesión de las células a la segunda capa más rígida. En otras palabras, como el segundo material es más rígido que el primer material, se suprimirá cualquier deformación del primer material cerca de los lugares donde el segundo material se adhiere al primer material. Esta falta de deformación de células que se adhieren a la segunda capa se ilustra, en efecto, en la figura 4.

Como se ha explicado, se contrarresta en cierta medida la expansión de las células cerradas en el primer material. No es probable que se alcance la presión de rotura de las células y seguirá existiendo el aislamiento perfecto formado por el primer material. Como el primer material se mantiene en un estado aislante, las capas del segundo material,

situadas de forma particularmente "más profunda" en el sistema, no aumentarán mucho de temperatura y, por lo tanto, se mantendrán rígidas. De este modo, también se mantiene la estabilidad mecánica.

5 La segunda capa del fondo del extremo superior y las capas posicionadas verticalmente 4a pueden alcanzar una temperatura en la que se produzca la transición a un estado adhesivo. Esto garantiza que el sistema se "pegue" a la abertura.

10 Aunque una respuesta del sistema pasivo resistente al fuego implica un mecanismo que está orientado a mantener el estado del sistema, una parte del sistema que está expuesto más directa y estrechamente a un fuego cercano, esto es, la parte que no está aislada del fuego cercano, experimentará un aumento muy marcado de la temperatura. Debido al componente ignífugo con formación de costra en el primer material, dicha costra se formará en el lado expuesto del sistema resistente al fuego. A dichas temperaturas elevadas, también tendrá lugar la expansión térmica del segundo material. El segundo material se expande hacia la fuente de calor, ofreciendo mayor protección al sistema pasivo resistente al fuego, entre las capas de la costra formadas por el primer material.

15 El inventor halló que, después de una exposición de más de una hora a un fuego cercano, la temperatura del sistema resistente al fuego en el lado no expuesto solo había aumentado 2° C. En el lado no expuesto se había formado una capa de varios milímetros de material carbonizado. Al someter al lado expuesto a la llamada prueba regular de la manguera (una manguera con un chorro de agua de 6 bares dirigida al sistema pasivo resistente al fuego en el lado expuesto) desde una distancia predeterminada de 6 m, no se produjeron fugas de agua a través del sistema pasivo resistente al fuego del lado expuesto al lado no expuesto. La aplicación de la prueba de la manguera más rigurosa a solo 4 m de distancia supuso la eliminación de la capa carbonizada del sistema resistente al fuego. El sistema pasivo resistente al fuego no pudo retirarse como una unidad única cortando la abertura en la pared, ya que todas las capas se habían laminado claramente entre sí, particularmente en el lado expuesto.

20 La figura 2 muestra un sistema pasivo resistente al fuego de acuerdo con la invención, posicionado dentro de una brazola 5 fabricada en metal y soldada contra un elemento de construcción de metal, como una pared de metal 6. El sistema es similar al sistema descrito en referencia a la figura 1, aunque el número de capas aplicadas en la brazola 5 es visiblemente inferior a las capas aplicadas en la abertura mostrada en la figura 1. Al ser expuestas a un fuego cercano, la entrada de calor en el sistema pasivo resistente al fuego se producirá mediante dos rutas diferentes.

30 Hay una ruta directa formada por gas caliente que "contacta" directamente el sistema pasivo resistente al fuego y una ruta indirecta formada por transmisión de calor desde la brazola de metal calentada igualmente 5 y la pared de metal 6 en el sistema pasivo resistente al fuego. Las segundas capas verticales más superiores y más inferiores 4a, especialmente hacia el lado expuesto, alcanzan una temperatura que es mucho más elevada que la temperatura a la que se produce la transición a un estado adhesivo. En estas posiciones, el segundo material comienza a expandirse térmicamente y empieza a formar un material reticulado ya que se ha activado el agente de vulcanización. Este fenómeno puede inmovilizar el sistema con el espacio o hueco y suprimir la expansión del primer material. De nuevo, en el lado que está directamente expuesto al calor, esto es, que no está aislado por el resistente al fuego, el segundo material se expandirá hacia la fuente de calor, y el primer material formará una costra. Sin embargo, la temperatura alcanzada en posiciones más profundas dentro del sistema resistente al fuego es mayor que la temperatura alcanzada para el sistema resistente al fuego situado en una pared 1 como se explicó anteriormente en relación con la figura 1. Por consiguiente, el primer material se expandirá en la dirección de menor resistencia que, en este caso, es hacia el lado no expuesto. Las partes de las capas verticales más superiores y más inferiores 4a que están situadas en el lado no expuesto solo pueden alcanzar una temperatura a la que se produce la transición al estado adhesivo. Esto ayudará a fijar el sistema pasivo resistente al fuego dentro de la brazola 5, particularmente hacia el lado no expuesto. Sin embargo, el inventor observó que, en estas circunstancias, la expansión del sistema se produjo en una dirección hacia el lado no expuesto. Aunque bajo estas circunstancias, el sistema pasivo resistente al fuego tiene una respuesta más enérgica, durante una "carga de fuego" de dos horas de duración no se perdió la estabilidad mecánica y no se formó humo en el lado no expuesto.

55 La figura 3 muestra una estructura intercalada para rellenar un espacio o hueco limitado por elementos de construcción, para resistir la propagación de un incendio cercano a través del espacio o hueco. La estructura comprende cuatro primeras capas 3 de un primer material que comprende una espuma elastomérica resistente al fuego que tiene una estructura de célula cerrada; y tres segundas capas 4 de un segundo material. Cada segunda capa está intercalada de forma adhesiva entre dos primeras capas. La primera y segunda capas se extienden en paralelo entre sí. Dicha estructura intercalada multicapa puede formarse calentando una capa del segundo material hasta 100° C aproximadamente, a la que las superficies de la segunda capa se vuelven muy adhesivas. Dichas capas, preferiblemente de un grosor de aproximadamente 2,5 mm, están bajo presión intercaladas entre dos primeras capas. A continuación, estas multicapas se enfrían.

El segundo material comprende un polímero y es más rígido que el primer material. Según se explicó, en este ejemplo, cada segunda capa está intercalada de forma adhesiva entre dos primeras capas 3 por contacto adhesivo de la segunda capa 4 con cada una de estas primeras capas 3. Varias primeras capas 3 están intercaladas igualmente de forma adhesiva entre dos segundas capas 4 del segundo material. Estas primeras capas 3 están intercaladas de forma adhesiva entre dos segundas capas 4 del segundo material por contacto adhesivo de estas segundas capas 4 con la primera capa 3. El contacto adhesivo explicado anteriormente puede ser el resultado de precalentar una superficie de una segunda capa, presionar dicha superficie precalentada contra una superficie de una primera capa 3 y, a continuación, dejar enfriar estas superficies que están presionadas unas contra otras. Las primeras capas 3 y las segundas capas 4 son como las descritas en relación con la figura 1 y 2.

La figura 4 muestra cómo una estructura intercalada responde a una compresión en una dirección que es perpendicular a la dirección de las capas 3, 4. La dirección de compresión se muestra con las flechas C. Aunque el grosor de cada primera capa 3 se reduce, y la espuma elastomérica se expande en la configuración mostrada en la figura 4, con una orientación ligeramente lateral, resulta claro que en las superficies de contacto entre las primeras capas 3 y las segundas capas 4, se suprime la expansión lateral de las primeras capas 3. La estructura actúa como un "cojinete de puente". Para una estructura intercalada mostrada en la figura 4, se requiere una fuerza de compresión mucho mayor para obtener una compresión del 40% que la fuerza de compresión necesaria para obtener una compresión del 40% en una pila de cuatro primeras capas 3, sin el intercalado de las segundas capas 4. La estructura intercalada multicapa puede soportar una carga de hasta 12000 kg por m². Claramente, esta estructura prefabricada puede ofrecer estabilidad mecánica directa cuando sea necesario. Como se ha explicado anteriormente, la respuesta a la exposición a un fuego cercano está orientada a mantener el estado original el mayor tiempo posible, y para una parte del sistema, lo más grande posible. Lo mismo se aplica a la estabilidad mecánica.

Asimismo, dicha estructura multicapa prefabricada se aplica preferiblemente con segundas capas en la parte superior e inferior, así como lateralmente, orientada en una dirección vertical (véanse, por ejemplo, las figuras 1 y 2).

En resumen, tanto el sistema pasivo resistente al fuego como la estructura intercalada multicapa prefabricada se aplican con estas segundas capas extra de material segundo en la parte inferior y superior, así como lateralmente en dirección vertical. Hasta ahora, esto ha producido un efecto óptimo. Las segundas capas del segundo material dentro de las multicapas están aisladas térmicamente, de modo que se mantiene la estabilidad mecánica en estas posiciones. Las capas en la parte inferior, superior y los lados del sistema y la estructura, particularmente en el lado expuesto, no están aisladas térmicamente y se volverán al estado adhesivo, fijando el sistema y la estructura dentro de los espacios o huecos contra los elementos de construcción por los que están limitados estos espacios o huecos. Las partes del sistema y la estructura que están directamente expuestas a un aumento de la temperatura activan la formación de costra del primer material y la expansión térmica del segundo material hacia la fuente de calor. Forma un revestimiento relativamente fino pero efectivo, garantizando que la parte del sistema y la estructura más alejadas de las fuentes de calor y aisladas por el sistema y la estructura misma, mantengan sus propiedades mecánicas y de aislamiento térmico originales.

La invención no está limitada a los ejemplos y realizaciones tratados anteriormente. Es posible realizar alteraciones y modificaciones. Por ejemplo, es posible diseñar una estructura multicapa, para ser prefabricada o premontada en el emplazamiento de construcción, en la que las primeras capas tengan un grosor que varía con su posición dentro de la estructura y en la que las segundas capas tengan un grosor que varía con su posición dentro de la estructura. La contribución de las diversas capas puede optimizarse de modo que la respuesta general del sistema cumpla además con los objetivos señalados anteriormente.

Se entiende que dichas realizaciones alternativas se encuentran dentro de un marco de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema pasivo de resistencia al fuego para rellenar un espacio o hueco limitado por elementos de construcción (6), para resistir la propagación de un fuego cercano a través del espacio o hueco, en el que el sistema comprende:
 5 al menos dos primeras capas (3) de un primer material que comprende una espuma elastomérica resistente al fuego que tiene una estructura celular cerrada; y
 al menos una segunda capa (4) de un segundo material intercalado entre dos primeras capas (3), comprendiendo el segundo material un polímero, extendiéndose las primeras y segundas capas (3, 4) paralelamente las unas a las otras, siendo el segundo material más rígido que el primer material **caracterizado porque** cada segunda capa (4) tiene superficies que, como respuesta inicial a un aumento en su temperatura a
 10 partir de la temperatura ambiente, presentan una transición al estado adhesivo.
2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos una segunda capa (4) está intercalada de manera adhesiva entre dos primeras capas (3) por un contacto adhesivo de la segunda capa (4) con cada una de las
 15 primeras capas (3).
3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que cada primera capa (3) está intercalada entre dos segundas capas (4) del segundo material.
4. Sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en el que cada primera capa (4) está intercalada de manera adhesiva
 20 entre dos segundas capas (4) del segundo material por un contacto adhesivo de estas segundas capas (4) con la primera capa (3).
5. Sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2-4, en el que el contacto adhesivo es el resultado de precalentar una superficie de una segunda capa (4), presionar dicha superficie precalentada contra una superficie de una primera capa (3) y dejar enfriar después estas superficies que han sido presionadas unas contra otras.
 25
6. Sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el polímero es un polímero reticulable.
- 30 7. Sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el segundo material comprende un agente de vulcanización que se activa a una temperatura superior a los 140 °C aproximadamente.
8. Sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que el polímero es EPDM o EVA.
- 35 9. Sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que el segundo material comprende al menos un componente que hace que el segundo material se expanda térmicamente en un rango de temperatura predeterminada relativamente baja, en el que la temperatura más baja está por encima de una temperatura a la cual se muestra la transición al estado adhesivo.
- 40 10. Sistema de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el primer material comprende al menos un componente que hace que el primer material se expanda térmicamente en un rango de temperatura predeterminado relativamente alto, del que la temperatura más baja está por encima de la temperatura a la que las superficies del segundo material muestran una transición al estado adhesivo y alrededor de esa temperatura se activa el agente de vulcanización.
- 45 11. Sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 y/o 10, en el que al menos un componente es un grafito térmicamente expansible.
12. Sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el grafito es un grafito con pH neutralizado.
- 50 13. Sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12, en el que el primer material comprende al menos un componente ignífugo que forma una costra.
14. Sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-13, en el que cada una de las primeras capas (3) tiene un grosor dentro de un rango que varía desde aproximadamente 1-4 cm, preferiblemente dentro de un rango
 55 que varía de 2 a 3 cm, más preferiblemente alrededor de 2,5 cm.
15. Sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-14, en el que la segunda capa (4) tiene un grosor dentro de un rango que varía de 1 a 4 mm, preferiblemente 2-3 mm, y más preferiblemente alrededor de 2,5
 60 cm.

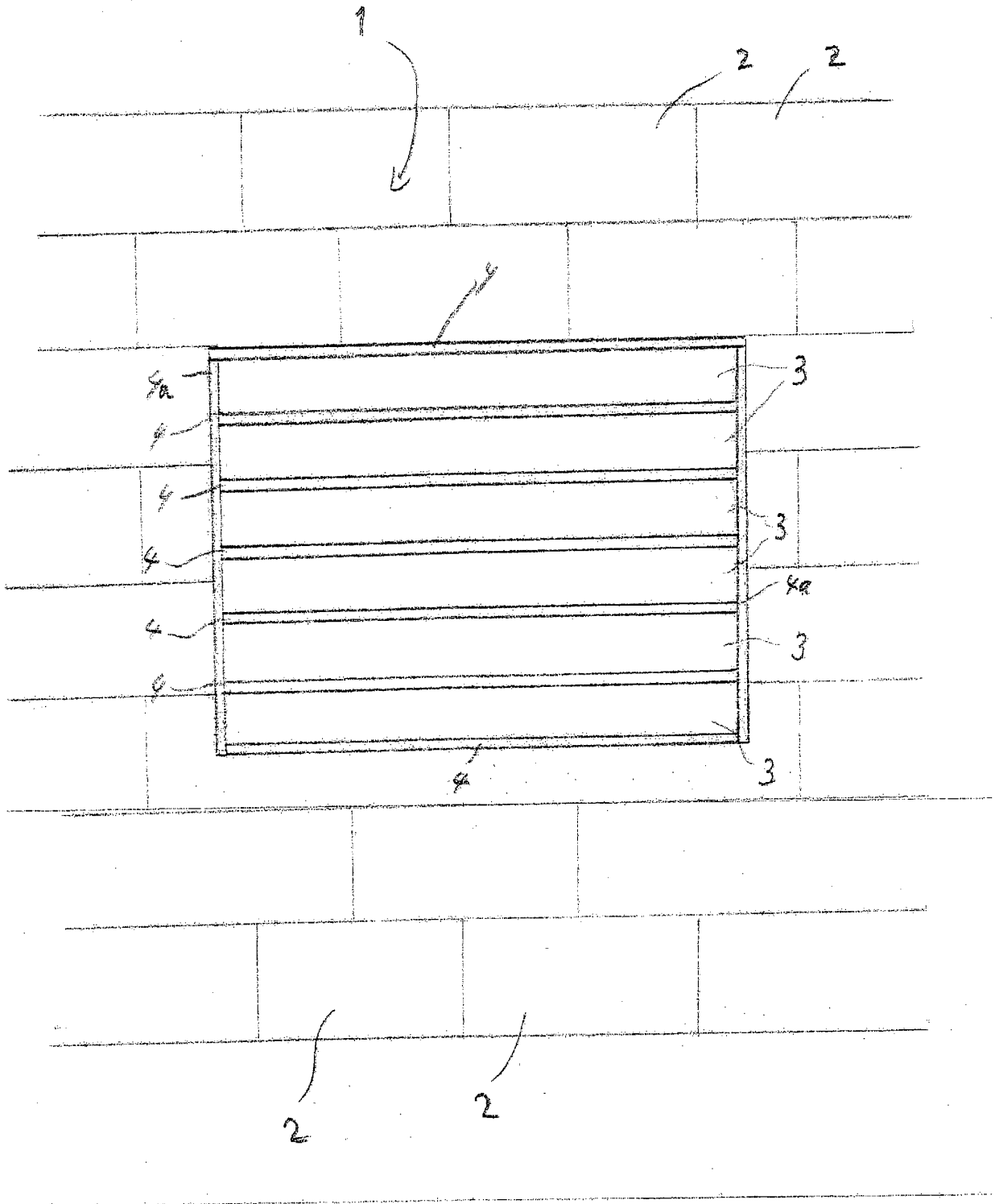


Fig. 1

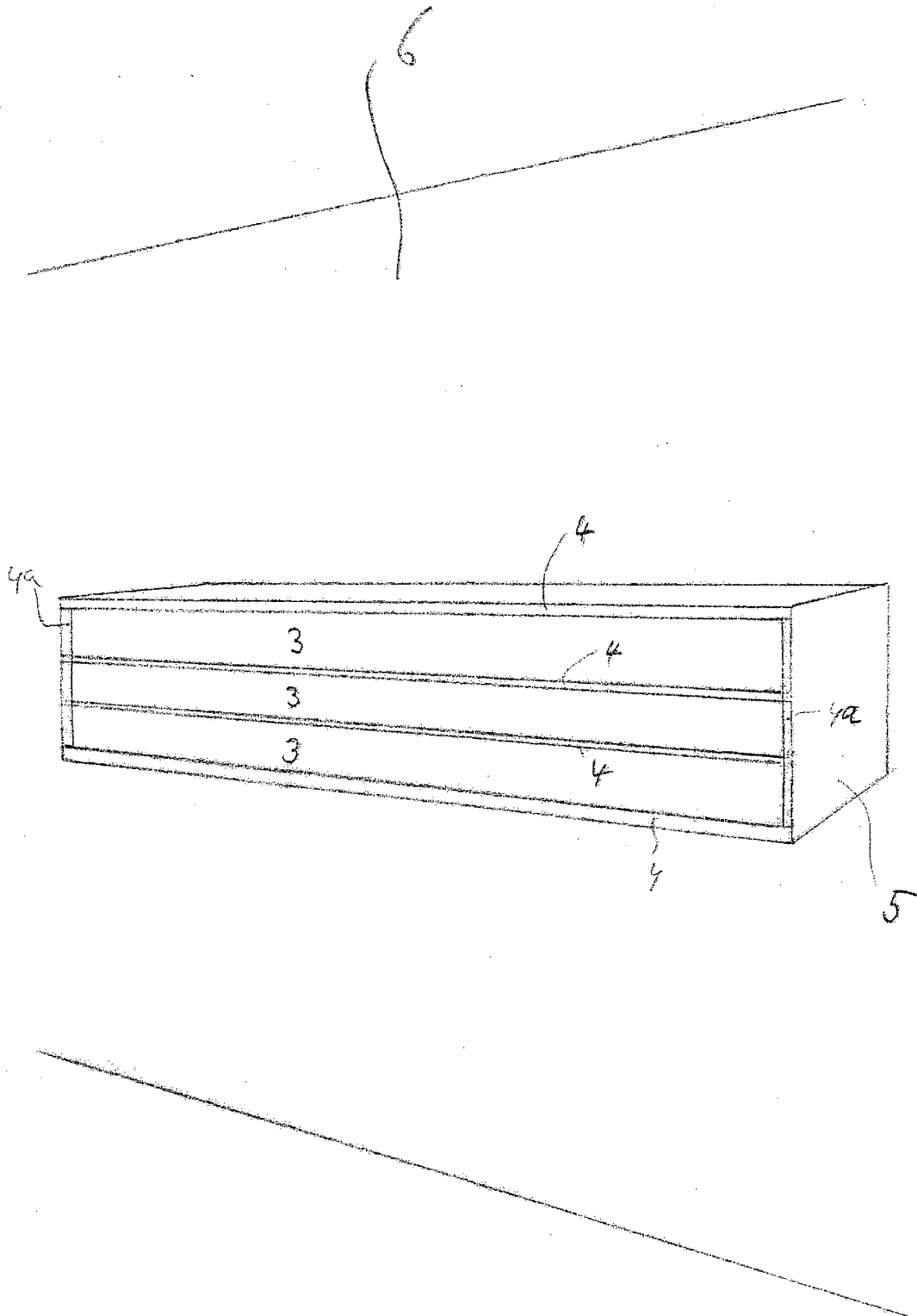


Fig. 2

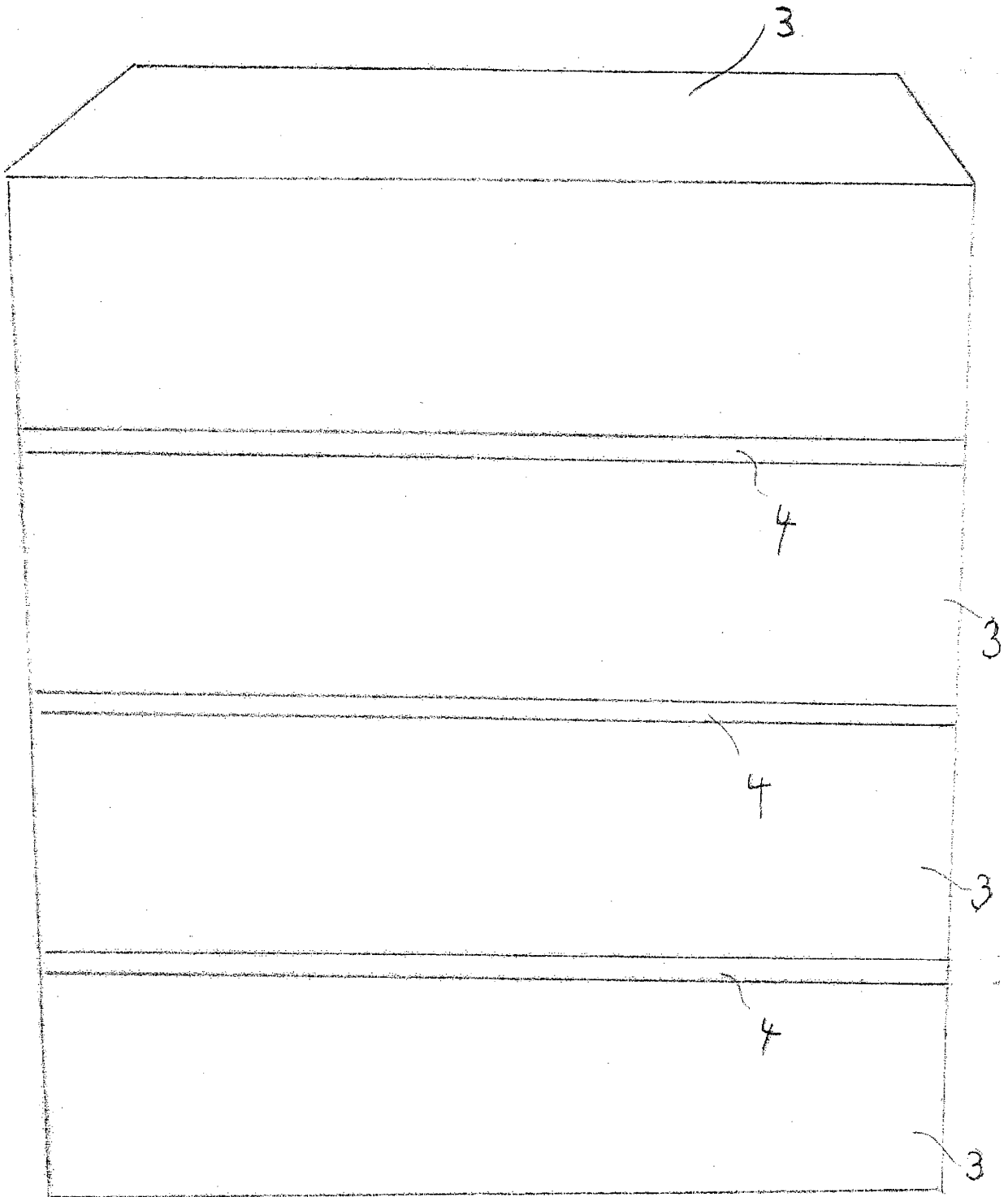


Fig. 3

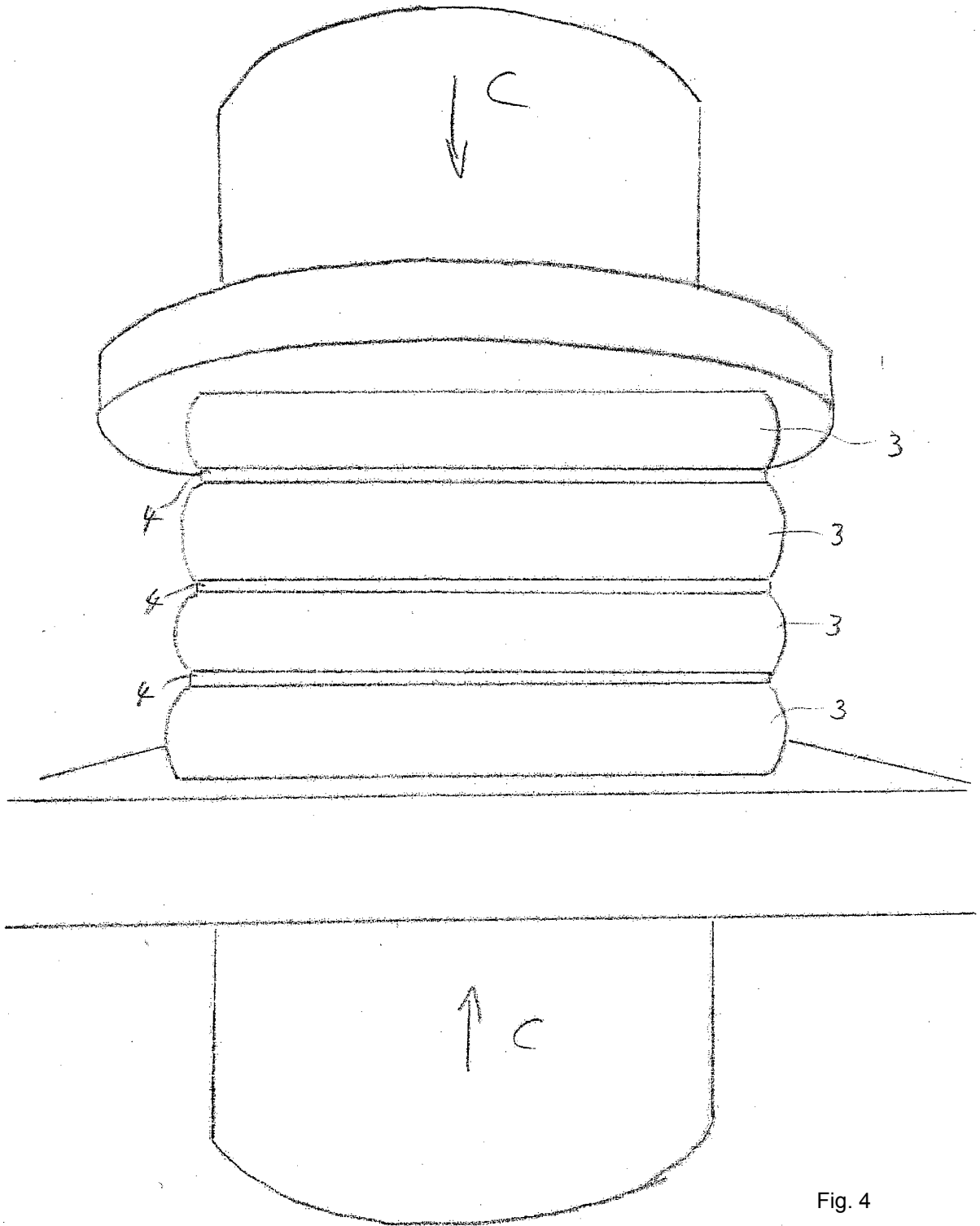


Fig. 4