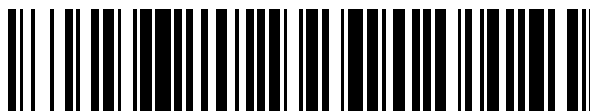


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 451**

51 Int. Cl.:

B32B 27/20 (2006.01)
B32B 5/18 (2006.01)
B32B 27/40 (2006.01)
B32B 15/08 (2006.01)
E04B 1/94 (2006.01)
B32B 5/24 (2006.01)
B32B 15/04 (2006.01)
B32B 15/095 (2006.01)
B32B 27/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.02.2014** **PCT/US2014/017559**
87 Fecha y número de publicación internacional: **02.10.2014** **WO14158512**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2014** **E 14709479 (1)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017** **EP 2969534**

54 Título: **Panel con barrera contra incendios**

30 Prioridad:

14.03.2013 EP 13425039

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
26.01.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

GUANDALINI, MAURIZIO;
BERTUCELLI, LUIGI y
LOTTI, LUCA

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 651 451 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 con barrera contra incendios

Campo

- 5 Las realizaciones se refieren a paneles y disposiciones de paneles que incluyen barreras contra incendios, a construcciones que incluyen tales paneles, y a métodos para formar los paneles y disposiciones de paneles.

Introducción

- 10 Las espumas rígidas de polímeros proporcionan un buen aislamiento térmico y pueden usarse en componentes de construcción tales como paneles preaislados "sándwich". Los paneles preaislados pueden ser autosoportables y usarse, p.ej. en tabiques interiores, muros externos, fachadas y techos. El documento US2012/189838A1 describe un panel que comprende un revestimiento de metal, una capa de espuma aislante y una "capa adhesiva de poliisocianurato entre el primer revestimiento de metal y la capa de espuma. Se describe un ejemplo de formulación adhesiva donde se hace reaccionar un reaccionante de isocianato con un reaccionante de poliol que tiene un número de hidroxilo de 55, a un índice de 300.

Compendio

- 15 Las realizaciones se pueden realizar proporcionando un panel que incluye un primer revestimiento de metal, una capa de espuma aislante y una capa de barrera contra incendios entre el primer revestimiento de metal y la capa de espuma. La capa de barrera contra incendios incluye una dispersión de grafito expandible en una matriz polimérica de poliisocianurato. La matriz polimérica se forma por reacción, a un índice de isocianato de más que 250, de un reaccionante que contiene isocianato y un reaccionante de poliol que incluye un poliol de cadena larga de peso
20 equivalente de más que 300. La cantidad de grafito expandible por unidad de área es al menos 200 g/m².

Breve descripción de los dibujos

- La FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva de un panel 10 según una realización ilustrativa. Las capas, que pueden no estar todas presentes, se ilustran en el siguiente orden: revestimiento A1 de metal, capa B de barrera contra incendios, capa C de barrera contra incendios, espuma D aislante y revestimiento A2 de metal.
- 25 La FIG. 2 ilustra una vista lateral de un panel 10 que incluye una región de unión según una realización ilustrativa. Los componentes, que pueden no estar todos presentes, incluyen los siguientes: revestimiento A de metal, junta E estándar y/o capa de unión, capa B de barrera contra incendios, y espuma D aislante (la colocación relativa de la junta E estándar y/o capa de unión y la capa B de barrera contra incendios puede ser variada).
- La FIG. 3 ilustra una vista lateral de una disposición ilustrativa del panel 10 de la FIG. 2 montado en un panel
30 adyacente. Se muestran tornillos autoenroscables en los extremos de la región de la junta.
- La FIG. 4 ilustra la disposición del núcleo de espuma ("espuma PIR") y la capa de barrera contra incendios ("Capa Intum.") con relación al fuego, mientras que la FIG. 4 (A) ilustra cuándo la capa de barrera contra incendios está en el lado del núcleo de espuma cercano al fuego ("lado caliente"), y la FIG. (B) ilustra cuándo la capa de barrera contra incendios está en el lado del núcleo de espuma alejado del fuego ("lado frío").
- 35 La FIG. 5 ilustra los resultados del análisis termogravimétrico para la capa de barrera contra incendios del Ejemplo de Trabajo 1 (que tiene un índice de isocianato de 1.290) y una capa de barrera contra incendios comparativa (que tiene un índice de isocianato 200), mientras que el eje x representa la temperatura (°C) y el eje y representa la masa restante (%).

Descripción detallada

- 40 Los paneles sándwich pueden incluir un núcleo de espuma rígido de poliuretano/poliisocianurato (PUR/PIR) unido a las capas de revestimiento de metal, p.ej., de acero, aluminio o capas tensionadas de papel de metal. Las realizaciones se refieren a un panel sándwich que incluye un revestimiento de metal, una capa aislante de espuma, y una capa de barrera contra incendios entre el revestimiento de metal y la capa de espuma. La capa de barrera contra incendios incluye una dispersión de grafito expandible en una matriz polimérica de poliisocianurato, en la que
45 la matriz polimérica se forma por reacción a un índice de más que 250 de un reaccionante que contiene isocianato y un reaccionante de poliol que comprende un poliol de cadena larga de peso equivalente de más que 300. Según las realizaciones, la cantidad de grafito expandible por unidad de área del panel es al menos 200 g/m². El panel puede incluir además otro revestimiento de metal en el lado opuesto de la capa de espuma. El panel puede ser autosoportable.
- 50 Puede estar presente o no una capa de barrera contra incendios adicional entre el otro revestimiento de metal y la espuma. Esta capa de barrera contra incendios puede ser la misma o no que la primera capa de barrera contra incendios. El panel puede incluir una capa delgada de polímero basado en poliisocianato no expandido o ligeramente expandido formado a partir de un isocianato y un poliol, que se usa para promover la adhesión entre el

revestimiento de metal y el núcleo de espuma y/entre el revestimiento de metal y una capa de barrera contra incendios. Esta capa delgada puede denominarse capa adicional de poliuretano/poliisocianurato o capa promotora de adhesión.

Capa de barrera contra incendios

- 5 La capa de barrera contra incendios también se denomina en la presente memoria capa intumescente, primera capa de barrera contra incendios y capa de barrera contra incendios que incluye grafito expandible. La capa de barrera contra incendios está colocada entre la capa de espuma (p.ej., núcleo de espuma) y el revestimiento de metal. Por ejemplo, la capa de barrera contra incendios es continua y está unida de forma continua (en una única área sin espacios en la misma) al revestimiento de metal y a la capa de espuma. La capa de barrera contra incendios puede considerarse como una capa promotora de adhesión modificada. La capa de barrera contra incendios puede tener una densidad de al menos 200 g/l (p.ej., al menos 500 g/l). La capa de barrera contra incendios puede tener un espesor de 2 mm a 30 mm (p.ej., 2 mm a 25 mm, 3 mm a 20 mm, 5 mm a 15 mm, etc.).

- 15 La capa de barrera contra incendios proporciona propiedades de barrera térmica, es decir, un gradiente de temperatura en condiciones de incendio. Esto está destinado a mejorar el rendimiento del aislamiento durante el ensayo de resistencia al fuego. La idoneidad de un material para actuar como material de barrera térmica puede evaluarse, p.ej., a escala de laboratorio usando el procedimiento de ensayo descrito a continuación y/o midiendo el aumento de temperatura con un termopar colocado en la interfaz entre el material de barrera térmica y la capa de espuma (o colocado en la capa de espuma a cierta distancia de la interfaz). Según una realización ilustrativa, la capa de barrera contra incendios tiene una conductividad térmica (factor k) inferior a 0,2 W/(m*K), medida a temperatura ambiente.

- 20 La capa de barrera contra incendios puede ser rígida. Por ejemplo, la capa de barrera contra incendios puede tener una temperatura de transición vítrea de al menos 50 °C (p.ej., aproximadamente 100 °C). La capa de barrera contra incendios puede tener un módulo de Young según UNI EN ISO 604 de al menos 30 MPa (p.ej., aproximadamente 80 MPa).

- 25 El grafito expandible se usa para proporcionar propiedades de barrera térmica en la capa de barrera contra incendios. El grafito expandible (un compuesto de intercalación de grafito también denominado "grafito exfoliante") es un material en partículas que se puede expandir en condiciones de incendio. El grafito expandible puede prepararse, por ejemplo, sumergiendo grafito natural en escamas en un baño de ácido crómico, después ácido sulfúrico concentrado. Según una realización ilustrativa, las partículas de grafito expandibles tienen un tamaño medio de partícula de 200 µm a 300 µm. El grafito expandible puede ser capaz de expandirse a al menos 200 veces (por ejemplo, 250 a 350 veces) su volumen inicial. Los diferentes grafitos expandibles pueden tener diferentes temperaturas de expansión. De acuerdo con una realización ilustrativa, el grafito expandible comienza su expansión a aproximadamente 160 °C a 170 °C. Es deseable una temperatura de expansión baja donde la capa de barrera contra incendios está en el lado opuesto del núcleo de espuma desde la fuente de fuego potencial (p.ej., véase la FIG. 4 (B)). Tipos ilustrativos de grafito expandible incluyen QUIMIDROGA Grade 250 y NORD-MIN® KP 251 (disponible en el mercado en Nordmann Rassmann).

- 40 Sin pretender estar vinculado a ninguna teoría, cuando es expuesta al calor de un incendio en desarrollo, la capa de barrera contra incendios sufre una modificación física/química que conduce a la formación de un carbón carbonoso poroso altamente expandido que cuando está en el lado de fuego del núcleo de espuma (p.ej., véase la Fig. 4 (A)) ayuda a proteger el núcleo de espuma del impacto de las llamas, y cuando está en el lado frío (p.ej., véase la Fig. 4 (B)) ayuda sellando grietas en el núcleo de espuma y contribuye a proporcionar propiedades de barrera térmica.

- 45 Según las realizaciones, la cantidad de grafito expandible presente por unidad de área del panel se calcula en base al espesor de la capa, la densidad de la capa y el porcentaje en peso de grafito expandible en la capa de barrera contra incendios (expresado como porcentaje en peso dividido por 100, como entendería un experto en la técnica) incorporado en los reaccionantes:

$$\text{Cantidad de grafito expandible por unidad de área} = \frac{(\% \text{ en peso de grafito expandible a componentes totales en la capa de barrera contra incendios})}{100} \times (\text{densidad de la capa de barrera contra incendios}) \times (\text{espesor de la capa de barrera contra incendios})$$

- 50 Se cree que la cantidad de grafito expandible por unidad de área determina la expansión alcanzable de la capa y el grado de protección contra incendios. La cantidad de grafito expandible por unidad de área es al menos 200 g/m², al menos 300 g/m², al menos 500 g/m², al menos 600 g/m², y/o al menos 800 g/m². En una realización ilustrativa, la cantidad de grafito expandible por unidad de área es al menos 900 g/m² (p.ej., aproximadamente 1.000 g/m²). Por ejemplo, la cantidad de grafito expandible por unidad de área puede ser de 300 g/m² a 1.500 g/m² (por ejemplo, 500 g/m² a 1.250 g/m², 600 g/m² a 1.200 g/m², 900 g/m² a 1.100 g/m², etc.)

El grafito expandible se dispersa en una matriz polimérica de poliisocianurato (PI). El término "PI" se usa en la presente memoria para polímeros a base de poliisocianato formados a alto índice de isocianato. La matriz polimérica

incluirá tanto grupos isocianurato como uretano. El polímero a base de poliisocianato tiene típicamente buenas propiedades adhesivas al núcleo de espuma, capas de barrera contra incendios adicionales y/o los revestimientos de metal. La matriz polimérica PI se forma a partir de un componente de polioli que incluye al menos un reaccionante de polioli y un componente de isocianato que incluye al menos un reaccionante que contiene isocianato.

- 5 El componente de polioli incluye al menos un polioli de cadena larga que tiene un peso equivalente de más que 300, más que 1000 y/o más que 1200. El peso equivalente (EW) se define como el peso del compuesto por sitio reactivo. El peso equivalente se puede calcular como $EW = 56,1 \times 1.000/OH$ donde OH = número de hidroxilo. También pueden incluirse uno o más polioles de cadena no larga en el componente de polioli. Por ejemplo, el al menos un reaccionante de polioli puede consistir en uno o más polioles de cadena larga, es decir, no están presentes otros polioles. Los polioles de cadena larga controlan la densidad de reticulación y reducen la fragilidad. También se cree que tales polioles promueven la unión a revestimientos (por ejemplo, revestimientos de acero).

- 10 El polioli de cadena larga del componente de polioli puede ser un poliéter polioli y/o un poliéster polioli. La funcionalidad del polioli de cadena larga puede ser de 2 a 3. Iniciadores ilustrativos incluyen glicol, glicerina y trimetilolpropano. Polioles ilustrativos incluyen polioles VORANOL™ (poliéter polioles disponibles de The Dow Chemical Company), cuyos ejemplos incluyen VORANOL™ CP 4702 (un poliéter polioli formado añadiendo óxido de propileno y óxido de etileno a un iniciador de glicerina, una funcionalidad nominal de 3 y un EW de aproximadamente 1580) y VORANOL™ P1010 (un poliéter polioli formado añadiendo óxido de propileno a un iniciador de propilenglicol, una funcionalidad nominal de 2, una EW de aproximadamente 508). Otros polioles ilustrativos incluyen polímeros STEPANPOL™ (poliéster polioles disponibles en Stepan Company), cuyos ejemplos incluyen STEPANPOL™ PS 70L. Pueden usarse varias combinaciones de polioles para formar el componente de polioli.

- 15 El componente de isocianato puede incluir reaccionantes que contienen isocianato que son poliisocianatos alifáticos, cicloalifáticos, alicíclicos, arilalifáticos y/o aromáticos y derivados de los mismos. Los derivados ilustrativos incluyen alofanato, biuret y prepolímero terminado en NCO. Según una realización ilustrativa, el componente de isocianato incluye al menos un isocianato aromático, p.ej., al menos un poliisocianato aromático. Por ejemplo, el componente de isocianato puede incluir diisocianatos aromáticos tales como al menos un isómero de diisocianato de tolueno (TDI), TDI bruto, al menos un isómero de diisocianato de difenilmetileno (MDI), MDI bruto y/o metilendipolifenilpoliisocianato de mayor funcionalidad. Como se emplea en la presente memoria, MDI se refiere a poliisocianatos seleccionados de isómeros de diisocianato de difenilmetano, poliisocianatos de polifenilmetileno y derivados de los mismos que llevan al menos dos grupos isocianato. El MDI crudo, polimérico o puro se puede hacer reaccionar con polioles o poliaminas para producir MDI modificado. También pueden usarse mezclas de MDI polimérico y monomérico. El MDI tiene ventajosamente una media de 2 a 3,5 (p.ej., de 2,0 a 3,2) grupos isocianato por molécula. Reaccionantes que contienen isocianato ilustrativos incluyen isocianato de PMDI VORANATE™ M229 (un diisocianato de metilendifenilo polimérico con una media de 2,7 grupos isocianato por molécula, disponible en The Dow Chemical Company).

- 25 Un índice para formar la matriz polimérica de PI es más que 250, más que 300, más que 500 y/o más que 700. La matriz polimérica de PI puede ser menor que 2.000. El término "índice" se refiere al índice de isocianato, que es el número de equivalentes de compuesto que contiene isocianato añadido por 100 equivalentes teóricos de compuesto reactivo con isocianato. Un índice de isocianato de 100 corresponde a un grupo isocianato por átomo de hidrógeno reactivo con isocianato presente, tal como de agua y la composición de polioli. Un índice más alto indica una mayor cantidad de reaccionante que contiene isocianato. Se cree que un alto índice de isocianato conduce a una mejor estabilidad térmica (como se muestra en los ejemplos) y al comportamiento de reacción al fuego, incluyendo una producción de humo reducida.

- 30 Puede usarse un catalizador para formar la matriz polimérica de PI, p.ej., se puede usar un catalizador conocido en la técnica. Catalizadores ilustrativos incluyen catalizadores de trimerización, que promueven la reacción del isocianato consigo mismo. Ejemplos de catalizadores incluyen tris(dialquilaminoalquil)-s-hexahidrotiazinas (tales como 1,3,5-tris (N, N-dimetilaminopropil)-s-hexahidrotiazina), DABCO™ TMR 30, DABCO™ K-2097 (acetato de potasio), DABCO™ K15 (octoato de potasio), POLYCAT™ 41, POLYCAT™ 43, POLYCAT™ 46, DABCO™ TMR, CURITHANE™ 52, hidróxidos de tetraalquilamonio (tales como hidróxido de tetrametilamonio), hidróxidos de metales alcalinos (tales como hidróxido de sodio), alcóxidos de metales alcalinos (tales como metóxido de sodio e isopropóxido de potasio) y sales de metales alcalinos de ácidos grasos de cadena larga que tienen 10 a 20 átomos de carbono (y en algunas realizaciones, grupos hidroxilo colgantes).

- 35 Se puede usar un extensor de cadena, un compuesto de reticulación y/o otro aditivo para formar la matriz polimérica de PI. Extensores de cadena ilustrativos incluyen dipropilenglicol, tripropilenglicol, dietilenglicol, polipropileno y polietilenglicol.

- 40 55 Capas de barrera contra incendios adicionales

Pueden estar presentes una o más capas adicionales de barrera contra incendios. Puede disponerse una capa de barrera contra incendios adicional entre el revestimiento de metal y la capa de espuma en cualquiera o ambos lados de una primera capa de barrera contra incendios que incluye grafito expandible (como se discutió anteriormente) y/o puede estar entre otro revestimiento de metal y la capa de espuma. Donde estén presentes una o más capas de

barrera contra incendios adicionales entre el revestimiento de metal y la capa de espuma, las capas pueden formarse en cualquier orden sobre el revestimiento de metal. Si la capa de barrera contra incendios adicional no tiene propiedades adhesivas, puede ser deseable colocarla entre la primera capa de barrera contra incendios y la capa de espuma. Además, donde una capa de barrera contra incendios no tiene buenas propiedades adhesivas, puede usarse un adhesivo independiente. Por ejemplo, puede usarse una capa delgada de polímero a base de poliisocianato no expandido o ligeramente expandido formado a partir de un isocianato y un polioliol para promover la adhesión.

Las capas de barrera contra incendios (incluyendo la capa de barrera contra incendios que tiene grafito expandible y opcionalmente la una o más capas de barrera contra incendios adicionales) pueden proporcionar algunas o todas las propiedades de barrera térmica, propiedades de barrera de integridad estructural y propiedades endotérmicas de un panel. Cuando estas propiedades son proporcionadas por la misma capa, pueden ser proporcionadas por diferentes materiales o por el mismo material dentro de esa capa. La idoneidad de un material para actuar como material de barrera de integridad estructural puede evaluarse, p.ej., colocando una muestra de dicho material aplicada sobre una capa de metal en una mufla calentada con una curva de temperatura comparable a un ensayo de resistencia al fuego, verificando la ausencia de grietas y huecos, y comprobando las propiedades mecánicas residuales. El material de barrera de integridad estructural puede formar una capa de carbón fuerte, coherente, que reducirá la tendencia del núcleo de espuma subyacente a agrietarse.

Los materiales endotérmicos son aquellos que están adaptados para absorber el calor (especialmente el calor latente) a través de un evento endotérmico (p.ej., evaporación del agua). Por ejemplo, la capa de barrera contra incendios adicional puede incluir alguna forma de agua incrustada que se libera y evapora en condiciones de incendio. Se discuten materiales ilustrativos, p.ej., en la Publicación Internacional No. WO 2013/098859 (es decir, PCT/IT2011/000418).

Una capa de barrera contra incendios adicional ilustrativa es una capa que incluye lana mineral, que puede proporcionar propiedades de barrera térmica. Por ejemplo, puede incluirse en el panel una capa de lana mineral de 30 a 50 mm de espesor. Están disponibles en el mercado mantas y/o placas de lana mineral ilustrativas (p.ej., ROCKWOOL™ de Rockwool Italia S.p.A). La capa de lana mineral puede colocarse entre la capa de barrera contra incendios, que incluye grafito expandible y la capa núcleo de espuma.

Se discuten otros materiales de barrera contra incendios adicionales ilustrativos, p.ej., en la Publicación Internacional No. WO 2013/053566 (es decir., PCT/EP2012/068069). Estos materiales de barrera contra incendios ilustrativos incluyen una mezcla ceramificante de compuestos inorgánicos en una matriz de polímero, un revestimiento de poliuretano/poliurea adhesivo modificado inorgánico, fibras de vidrio en una matriz polimérica, sílice porosa en una matriz polimérica, y microesferas de vidrio huecas en una matriz polimérica.

Una mezcla ceramificante de compuestos inorgánicos en una matriz polimérica se refiere a una dispersión de una mezcla ceramificante de compuestos inorgánicos en una matriz polimérica que puede usarse como material de barrera de integridad estructural en una capa de barrera contra incendios adicional. La composición ceramificante puede estar presente en una cantidad de 30% en peso a 70% en peso, en base al peso total de una sola capa de barrera contra incendios. El término composición ceramificante incluye composiciones que se descomponen y experimentan reacción química en condiciones de incendio para formar un producto cerámico poroso, autosoportable. Las mezclas ilustrativas incluyen minerales de silicato y fosfatos inorgánicos. Puede estar presente una carga inorgánica adicional y/o material expandible por calor. La mezcla ceramificante puede incluir, p.ej., algunos o todos de trihidróxido de aluminio, talco y polifosfato de amonio. Mezclas ilustrativas incluyen trihidróxido de aluminio (ATH)/talco/polifosfato de amonio (APP) y talco/APP/borato de zinc/grafito expandible.

La matriz polimérica, en la que se dispersa la mezcla ceramificante de compuestos inorgánicos, puede ser un polímero de poliisocianurato modificado con poliuretano. Dichos polímeros pueden formarse a partir de un polioliol (p.ej., un poliéster polioliol) y un isocianato (p.ej., un poliisocianato orgánico tal como un diisocianato de metilendifenilo polimérico que tiene una funcionalidad de aproximadamente 2,7). Puede usarse un catalizador. Un índice apropiado es 180 o más. Polioles ilustrativos incluyen polioles VORAMER™ (disponibles en The Dow Chemical Company). Según otra realización ilustrativa, la matriz polimérica puede ser un polímero de poliuretano (PU). Tales polímeros pueden formarse a partir de un polioliol (p.ej., un poliéter polioliol) y un isocianato (por ejemplo, un poliisocianato orgánico que tiene una funcionalidad de aproximadamente 2,7). Puede usarse un catalizador. Un índice apropiado es de 80 a 180. Polioles ilustrativos incluyen polioles VORANOL™ (disponibles en The Dow Chemical Company).

Poliuretano/poliurea adhesivo se refiere a un revestimiento adhesivo de poliuretano/poliurea formado por la reacción de una disolución acuosa de silicato de sodio (nombre común vidrio soluble) con un prepolímero hidrófilo que puede usarse como material de barrera de integridad estructural en una capa de barrera contra incendios adicional. La Publicación Internacional No. WO 2006/010697 (Huntsman, mencionado anteriormente) se refiere a tales revestimientos de PU/poliurea a base de vidrio soluble. Pueden dispersarse otros materiales de barrera contra incendios en el revestimiento. Un prepolímero de poliuretano hidrófilo ilustrativo es un isocianato de clase HYPOL™ de Dow. Tal revestimiento puede actuar como un material endotérmico. Puede permanecer algo de agua atrapada cinéticamente en el polímero y/o las redes inorgánicas del revestimiento, ya que la viscosidad aumenta rápidamente durante la reacción de formación del polímero. Por lo tanto, cuando el revestimiento se calienta, la temperatura en

una cara no expuesta del polímero puede permanecer a aproximadamente 100°C durante algún tiempo mientras se evapora el agua.

Fibras de vidrio se refieren a fibras que pueden usarse como un material de barrera de integridad estructural en una capa de barrera contra incendios adicional. Por ejemplo, pueden usarse fibras de vidrio cortadas de 5 mm a 75 mm de longitud y/o 10 a 13 µm de diámetro. Alternativas a las fibras de vidrio incluyen, p.ej., fibras de roca, fibras de basalto y fibras de carbono. Las fibras pueden dispersarse en una matriz polimérica, p.ej., una matriz polimérica del tipo descrito con respecto a la mezcla ceramificante de compuestos inorgánicos en la matriz polimérica, anteriormente.

Sílice porosa se refiere a un material a base de sílice porosa que puede usarse como material de barrera térmica en una capa de barrera contra incendios adicional. La sílice porosa puede estar presente en una cantidad de 1% en peso a 10% en peso, en base al peso total de la única capa de barrera contra incendios. Una forma ilustrativa de sílice porosa es la sílice nanoporosa y particularmente el aerogel de sílice. Puede usarse sílice porosa dispersa en una matriz polimérica. La matriz polimérica puede preformarse o puede formarse in situ. Están disponibles en el mercado dispersiones preformadas ilustrativas de sílice nanoporosa en matriz polimérica como "mantas de aerogel" (p.ej., Cabot Thermal Wrap™). Estas pueden incluir gránulos de aerogel de sílice dispersados en fibras poliméricas no tejidas, p.ej., de polietileno y/o poliéster. Pueden formarse in situ dispersiones de sílice nanoporosa en una matriz polimérica usando polvo de aerogel de sílice disponible en el mercado. Un polvo nanoporoso de aerogel de sílice ilustrativo disponible en el mercado es Cabot Nanogel™.

Según realizaciones ilustrativas, puede usarse sílice porosa dispersa en una matriz polimérica hidrófila, un revestimiento adhesivo de poliuretano/poliurea con propiedades de barrera de integridad estructural del tipo descrito anteriormente, o un revestimiento de poliuretano o de poliisocianurato modificado con poliuretano del tipo discutido en "Mezcla ceramificante de compuestos inorgánicos en la matriz polimérica" anteriormente.

Microesferas de vidrio huecas se refieren a un material a base de vidrio hueco que puede usarse como material híbrido de barrera de integridad estructural y material de barrera térmica en una capa de barrera contra incendios adicional. Se discuten materiales ilustrativos en la Publicación Internacional No. WO 2010/065724. Están disponibles en el mercado materiales ilustrativos (p.ej., S35 Glass Bubbles™ de 3M). Las partículas pueden usarse en una matriz polimérica, p.ej., usando uno de los materiales poliméricos discutidos anteriormente. Las microesferas de vidrio huecas pueden tener un diámetro medio en el intervalo de 10 µm a 120 µm. Las microesferas de vidrio huecas pueden estar presentes en una cantidad de 5% en peso a 50% en peso, en base al peso total de una única capa de barrera contra incendios. Por ejemplo, una matriz polimérica que forma la capa de barrera contra incendios que incluye microesferas de vidrio huecas se llena con 20% en peso de microesferas S35.

Revestimientos

Como se explicó anteriormente, el panel incluye un revestimiento de metal. Puede disponerse un primer revestimiento de metal cerca de la primera capa de barrera contra incendios (que incluye grafito expandible) de modo que la primera capa de barrera contra incendios esté entre el primer revestimiento de metal y la capa de espuma. Puede incluirse un segundo revestimiento de metal en el panel en la cara opuesta del primer revestimiento de metal. El primer y segundo revestimientos de metal pueden ser iguales o diferentes. Cada revestimiento de metal puede estar hecho independientemente de acero (por ejemplo, acero lacado, prepintado o galvanizado) o aluminio. Cada revestimiento de metal puede tener independientemente un espesor de 0,2 mm a 2 mm (p.ej., 0,3 a 0,8 mm, 0,4 a 0,6 mm, etc.). Según una realización ilustrativa, el primer revestimiento de metal puede estar hecho de un mismo material y tener el mismo espesor que el segundo revestimiento de metal.

Según una realización ilustrativa, un revestimiento (es decir, el revestimiento externo) está destinado a estar orientado hacia el exterior de una construcción (es decir, un edificio u otra estructura construida) en uso. El otro revestimiento (es decir, revestimiento interno) está orientado hacia el interior de la construcción en uso. Por consideraciones de construcción, generalmente se espera que un incendio se iniciará en el interior de un edificio (es decir, en el lado del revestimiento interno). Donde se usen los paneles en una pared interna, el término revestimiento interno puede usarse para el revestimiento colocado hacia el lado (p.ej., una habitación) donde el riesgo de incendio es mayor (p.ej., teniendo en cuenta el riesgo de las operaciones y/o la carga térmica). El revestimiento externo puede ser corrugado, por ejemplo, cuando el panel es un panel de techo. Los revestimientos internos y externos pueden tener perfiles de unión no simétricos, por ejemplo, donde se deben formar juntas ocultas entre paneles adyacentes.

Capa de espuma (núcleo de espuma)

El panel incluye una capa de espuma aislante (también denominada núcleo de espuma). El núcleo de espuma puede ser rígido. El núcleo de espuma puede tener un espesor de 20 mm a 250 mm. El núcleo de espuma puede incluir espuma de poliisocianurato (PIR) o espuma de poliuretano (PUR). Por ejemplo, el núcleo de espuma se puede formar a partir de un polioli (p.ej., combinado con un agente de expansión y un catalizador) y un isocianato (p.ej., un poliisocianato orgánico tal como un diisocianato de metilendifenilo u otro isocianato discutido en la sección titulada "Capa de barrera contra incendios" anteriormente). El índice de isocianato puede ser 180 o más. Por

ejemplo, el índice de isocianato puede ser menos que 500. El índice de isocianato para formar la capa de espuma puede ser menor que el índice de isocianato para formar la capa de barrera contra incendios que incluye grafito expandible, p.ej., el índice de isocianato para formar la capa de barrera contra incendios que incluye grafito expandible puede ser 4 a 6 veces mayor que el índice de isocianato para formar la capa de espuma. Materiales ilustrativos para formar la capa de espuma incluyen polioles VORATHERM™, catalizadores VORATHERM™ e isocianatos VORANATE™ (todos disponibles en The Dow Chemical Company). Un agente de expansión ilustrativo es n-pentano.

El núcleo de espuma puede incluir opcionalmente componentes adicionales, p.ej., para refuerzo y/o para mejorar las propiedades de reacción al fuego. Por ejemplo, pueden incrustarse fibras de vidrio en el núcleo de espuma.

10 Estructura del panel

Se muestra una estructura de panel ilustrativa en la FIG. 1, en la que un panel 10 incluye un primer revestimiento A1, una capa B de barrera contra incendios, una capa C de barrera contra incendios adicional, un núcleo D de espuma y un segundo revestimiento A2 dispuestos en ese orden. Por ejemplo, las capas B y C de barrera contra incendios están en contacto con el primer revestimiento A1 y el núcleo D de espuma, respectivamente. El primer revestimiento A1 puede ser el revestimiento interno o el revestimiento externo. En otra disposición ilustrativa, puede excluirse la capa C de barrera contra incendios adicional. Son posibles otras estructuras de panel ilustrativas, p.ej., pueden incluirse una o más capas de barrera contra incendios adicionales en cualquier lado del núcleo de espuma como se discutió anteriormente.

Procedimiento de fabricación

Un método ilustrativo para formar un panel como se describe en la presente memoria incluye proporcionar un primer revestimiento de metal con una capa de barrera contra incendios en la forma de una mezcla de reacción líquida que comprende una dispersión en una mezcla de reacción a base de isocianato de grafito expandible, y aplicar una capa de espuma aislante en la forma de una mezcla de reacción líquida a la capa de barrera contra incendios. El método puede incluir además aplicar un segundo revestimiento de metal a la capa de espuma aislante. Por ejemplo, los paneles sándwich pueden fabricarse mediante un procedimiento continuo o un procedimiento discontinuo (p.ej., un procedimiento continuo o un procedimiento discontinuo conocido en la técnica). Un procedimiento de laminación continuo puede usar una disposición de cinta/banda doble, por ejemplo, en la que se deposita (se vierte o se pulveriza) una mezcla de reacción líquida para formar un polímero espumado sobre una lámina de revestimiento inferior, que puede ser flexible o rígida. Puede ponerse en contacto una lámina de revestimiento superior con la mezcla formadora de espuma antes de que se cure y se vuelva rígida. Como alternativa ("laminador inverso"), la mezcla de reacción puede depositarse sobre la lámina de revestimiento superior. El procedimiento discontinuo puede usar moldes.

El método para fabricar el panel puede incluir una etapa de formación de la capa de barrera contra incendios haciendo reaccionar un reaccionante de poliol que comprende un poliol de cadena larga de peso equivalente de más que 300 con un reaccionante que contiene isocianato a un índice de más que 250 para formar la matriz de PI que tiene el grafito expandible dispersado en la misma. Por consiguiente, la composición líquida formadora de capas de barrera contra incendios que contiene grafito expandible disperso puede proporcionarse mezclando un componente de poliol, un componente de isocianato y el grafito expandible. La composición formadora de capas de barrera contra incendios puede ser una mezcla de reacción líquida a base de isocianato. Los métodos para la introducción del grafito expandible se discuten a continuación.

El componente de poliol y/o el componente de isocianato también pueden incluir uno o más catalizadores, reticuladores, extensores de cadena, tensioactivos, retardantes de llama, supresores de humo, agentes de secado, cargas y otros aditivos (p.ej., aditivos que se conocen en la técnica). Algunos catalizadores son sólidos o cristales y pueden disolverse opcionalmente en un disolvente apropiado (p.ej., el poliol, agua, dipropilenglicol u otro vehículo).

Pueden usarse diversos métodos para introducir grafito expandible en la mezcla de reacción líquida. Por ejemplo, el grafito expandible puede premezclarse con el componente de poliol (p.ej., en una cantidad de 30% en peso, tal como 30% en peso a 40% en peso) o con el componente de isocianato. El grafito expandible puede dispersarse a alta concentración en un vehículo que se introduce en la mezcla de reacción. El grafito expandible puede introducirse directamente en la mezcla de reacción. Los métodos ilustrativos que pueden implementarse son como sigue:

(1) Puede suministrarse una premezcla de grafito expandible con el poliol y/o un componente de isocianato usando una bomba de engranaje de baja presión al cabezal de mezcla, donde se mezcla con el componente parental por medio de un agitador dinámico. (2) Puede dosificarse una dispersión de grafito expandible (suspensión de grafito expandible) en un vehículo (p.ej., de poliol o un retardante de llama) por medio de una bomba de engranaje de baja presión como una corriente axial en un cabezal de mezcla de alta presión. Según esta realización, la suspensión de grafito expandible puede entrar en el cabezal de mezcla a través de una boquilla ortogonal a las dos corrientes de choque a alta presión del componente de poliol y el componente de isocianato. Un aparato ilustrativo es Cannon SoliStream™. (3) El grafito expandible puede introducirse directamente en el cabezal de mezcla, p.ej., usando un

aparato Desma™ (Desma™ Tec es un cabezal de mezcla que permite mezclar el componente de polioli líquido, el componente de isocianato líquido y el grafito expandible sólido por medio de una unidad de tornillo de granulado). (4) Se puede añadir grafito expandible externamente después de que la mezcla de reacción haya salido del cabezal de mezcla.

- 5 La composición formadora de capas de barrera contra incendios puede aplicarse sobre (por ejemplo, directamente sobre) el primer revestimiento. Por ejemplo, la capa de barrera contra incendios se forma sobre la superficie superior de un revestimiento inferior mediante la aplicación de una mezcla de reacción líquida al revestimiento inferior, lo que es, por supuesto, más fácil que la aplicación al lado inferior de un revestimiento superior. El revestimiento inferior puede ser el revestimiento externo mencionado anteriormente, es decir, el revestimiento que se va a orientar en el uso hacia el exterior de una construcción. La una o más capas de barrera contra incendios adicionales, si están presentes, pueden aplicarse en un método similar. Adicional o alternativamente, una o más capas de barrera contra incendios adicionales pueden aplicarse en forma sólida. Una capa de barrera contra incendios en forma sólida puede fijarse con una composición adhesiva. Si se usa un adhesivo, el adhesivo puede aplicarse en forma líquida. Si se ha aplicado una capa de barrera contra incendios anterior en forma líquida, puede que no sea necesaria una composición adhesiva.

Puede haber un retraso entre la etapa de aplicación de la composición formadora de capas de barrera contra incendios y la etapa de aplicación de la composición formadora de capas de espuma para permitir la gelificación de la capa de barrera contra incendios. Por ejemplo, este retraso es 10 segundos o más.

- 20 Un procedimiento de laminación continuo puede incluir lo siguiente: (i) transportar una lámina de revestimiento inferior, (ii) dispensar sobre la lámina de revestimiento inferior una mezcla de reacción líquida para formar la capa de barrera contra incendios, (iii) dejar que se solidifique la mezcla de reacción de la capa de barrera contra incendios al menos parcialmente, (iv) dispensar una mezcla de reacción líquida para formar la capa de núcleo sobre la parte superior de la capa de barrera contra incendios, (v) transportar una lámina de revestimiento superior, (vi) dejar que la mezcla de reacción de la capa central se expanda, se cure y se una al revestimiento y capa de barrera contra incendios (p.ej., bajo presión continua usando un transportador doble). Pueden formarse después paneles independientes mediante corte.

- 30 Un procedimiento discontinuo que usa moldes puede incluir colocar los revestimientos de metal en un molde (p.ej., un molde calentado) e inyectar la mezcla de reacción para formar la capa de espuma aislante (p.ej., usando una máquina de espumación) para llenar el molde y adherirse a los revestimientos de metal y/o cualquier otra capa. La una o más capas de barrera contra incendios pueden añadirse antes de que los revestimientos de metal se coloquen en el molde o mientras los revestimientos de metal estén en el molde (antes de la inyección de espuma).

- 35 Puede usarse una disposición para ayudar en la distribución uniforme de las mezclas de reacción líquidas a través de la anchura del panel prospectivo. Por ejemplo, puede usarse una manguera de descarga que tenga un extremo que se desplace a través de una anchura específica (p.ej., por medio de una barra oscilante) o una tubería que se extienda a lo largo de la anchura de la línea y provista de varios orificios de descarga.

Junta de barrera contra incendios

- 40 Una disposición de paneles puede incluir dos o más paneles adyacentes. Según una realización ilustrativa, cada panel en la disposición incluye un revestimiento de metal y una capa de espuma aislante. Además, un material de barrera contra incendios situado en una región de unión entre paneles adyacentes, mientras que el material de barrera contra incendios incluye una dispersión de grafito expandible en una matriz polimérica de poliisocianurato y la matriz polimérica se forma por reacción a un índice de más que 250 de un reaccionante que contiene isocianato y un reaccionante de polioli que comprende un polioli de cadena larga de peso equivalente mayor que 300. La cantidad de grafito expandible por unidad de área del material de barrera contra incendios es al menos 200 g/m². Los materiales adecuados de barrera contra incendios para juntas son los materiales de barrera contra incendios para formar la capa de barrera contra incendios discutida anteriormente. El material de barrera contra incendios puede aplicarse en la forma de una mezcla de reacción líquida a la región de la unión, por ejemplo, por vertido o pulverización. La aplicación del material de barrera contra incendios puede hacerse durante la producción del panel, después de la producción del panel o en el sitio antes de la instalación del panel. Pueden incluirse dos o más materiales de barrera contra incendios.

- 50 Haciendo referencia a las FIGS. 2 y 3, un panel 10 puede incluir revestimientos A opuestos y un núcleo 10 de espuma. Los paneles 10 adyacentes están montados uno a otro con partes superpuestas, p.ej., un panel que tiene una parte macho a lo largo de su borde puede montarse en un panel que tiene una parte hembra complementaria a lo largo de su borde. Los paneles pueden montarse uno a otro y/o a la estructura del edificio. Los paneles pueden unirse mediante ajuste de fricción y/o usando tornillos. Puede disponerse un material B de barrera contra incendios y, opcionalmente, otra capa E, cerca de las porciones superpuestas de los paneles 10 adyacentes de manera que se dispongan en la región de unión de los paneles 10 adyacentes. La disposición del material B de barrera contra incendios y la capa E puede variarse (p.ej., la capa B en contacto con el núcleo de espuma y la capa E encima de la capa B, o viceversa).

Opcionalmente, puede colocarse una junta en la región de unión y esta puede coincidir con la capa E. La junta puede estar formada por espuma. Por ejemplo, las uniones laterales entre paneles sándwich adyacentes pueden sellarse con juntas de espuma flexibles, p.ej., usando juntas de espuma flexibles conocidas en la técnica. La junta puede ser alimentada desde rodillos durante la producción del panel. La junta principal es para proporcionar un sellado hermético al aire/agua cuando se instalan los paneles.

Aspectos adicionales

En un aspecto adicional, las realizaciones ilustrativas se refieren a una construcción (p.ej. un edificio o una estructura de edificio tal como una pared o techo) que incluye uno o más paneles como se describió anteriormente, opcionalmente con al menos un primer revestimiento de metal orientado hacia el exterior de la construcción (lado frío en caso de incendio). Donde la construcción no forma una pared/techo exterior de un edificio, al menos un revestimiento de metal puede orientarse hacia el lado frío, es decir, lejos del lado donde el riesgo de incendio es mayor (lado caliente). Haciendo referencia a la realización ilustrativa en la FIG. 4 (A), la capa intumescente (primera capa de barrera contra incendios) está dispuesta más cerca del lado caliente en comparación con la capa de espuma PIR. Haciendo referencia a la realización ilustrativa en la FIG. 4 (B), la capa intumescente está dispuesta más cerca del lado frío en comparación con la capa de espuma PIR.

Por ejemplo, un panel puede describirse como que incluye un primer revestimiento de metal a ser orientado hacia el exterior de una construcción en uso, un segundo revestimiento de metal a ser orientado hacia el interior de la construcción en uso, una capa de espuma aislante entre el primer y segundo revestimiento de metal, y una capa de barrera contra incendios entre el primer revestimiento de metal y la capa de espuma, mientras que no está presente ninguna capa de barrera contra incendios entre el segundo revestimiento de metal y la capa de espuma, o mientras que cualquier capa de barrera contra incendios presente entre el segundo revestimiento de metal y la capa de espuma tiene un peso de no más que 1.000 g/m² o un espesor de no más que 2 mm. El espesor de cualquier capa de barrera contra incendios presente entre el segundo revestimiento de metal y la capa de espuma puede ser no más que 0,3 mm. Según una realización ilustrativa, no está presente ninguna capa de barrera contra incendios entre el segundo revestimiento de metal y la capa de espuma. Por ejemplo, no está presente ninguna capa de ningún tipo entre el segundo revestimiento de metal y la capa de espuma, o una capa que no proporciona propiedades de barrera térmica significativas, propiedades de integridad estructural y/o propiedades endotérmicas entre el segundo revestimiento de metal y la capa de espuma (tal capa adhesiva).

Según las realizaciones, los paneles sándwich tienen muy buenas propiedades de resistencia al fuego, incluso cuando la capa de barrera contra incendios está orientada lejos de la fuente de fuego. Por lo tanto, pueden obtenerse buenas propiedades de resistencia al fuego cuando se coloca una capa de barrera contra incendios entre el núcleo de espuma y el revestimiento externo de un panel y cuando la capa de barrera contra incendios se coloca entre el núcleo de espuma y el revestimiento interno del panel. Los paneles pueden tener buena estabilidad térmica, buenas propiedades mecánicas y fabricarse fácilmente utilizando un procedimiento continuo. El uso de PI en las barreras contra incendios puede permitir una buena adherencia al revestimiento de metal y al núcleo de espuma PIR. Estos hallazgos con respecto a las capas de barrera contra incendios también pueden aplicarse a los materiales de barrera contra incendios utilizados en protección de juntas.

A modo de resumen y revisión, el rendimiento actual de la resistencia al fuego de los paneles sándwich revestidos de metal, donde la capa aislante es una espuma PIR, es, como mucho, EI 60 en un panel de 200 mm de espesor (donde "E" se refiere a integridad y "I" a aislamiento, y es seguido por el número de minutos para los que el componente es efectivo). Los estándares de referencia son EN 1363-1/2 y EN 1364-1. Sin embargo, los materiales de núcleo de espuma poliméricos son típicamente combustibles y dejan poco residuo carbonoso al arder. Por lo tanto, proporcionan una integridad estructural limitada en condiciones de incendio. La integridad estructural es importante para prolongar la estabilidad de la construcción y para mantener barreras al paso del calor, el humo y el fuego. Además, se ha observado que cuando un panel sándwich típico se trata en condiciones de horno, el revestimiento de acero se deslaminar rápidamente del núcleo de espuma y aparecen grietas en la espuma. Además, se ha encontrado que durante un ensayo de resistencia al fuego, las temperaturas aumentan más rápido en las uniones entre paneles en comparación con los cuerpos de los paneles. Como resultado, las juntas son áreas débiles que afectan al rendimiento de la resistencia al fuego de todo el panel.

Se han hecho intentos para mejorar el rendimiento de resistencia al fuego, p.ej., incorporando aditivos retardantes de llama en la espuma y usando materiales de revestimiento gruesos incombustibles (por ejemplo, yeso). La solicitud europea núm. EP 0891860 describe un panel compuesto resistente al fuego con una capa de alfombra intumescente (por ejemplo, material estabilizado con fibra mineral a base de grafito) interpuesta entre un núcleo de material plástico rígido expandido y una capa exterior de metal. La alfombra está perforada con agujeros para permitir la unión entre el núcleo y la capa de metal. La Publicación No. WO 2006/010697 (Huntsman) describe composiciones de revestimiento de PU/poliurea modificadas inorgánicamente que se pueden obtener haciendo reaccionar vidrio soluble (silicato de metal alcalino acuoso) y opcionalmente un poliol con un isocianato. Se describe un panel sándwich que comprende una capa de dicha composición entre la capa aislante y el revestimiento. Las juntas dentro del panel sándwich también pueden sellarse con dicho revestimiento. El rendimiento al fuego del revestimiento puede mejorarse adicionalmente mediante la adición de retardantes de llama, p.ej., grafito expandible. La publicación de patente de EE.UU. No. 2008/0038516 (BASF) describe un material compuesto de aislamiento

térmico, que comprende dos láminas de metal con un material de núcleo térmicamente aislante, por lo que, entre el material de núcleo térmicamente aislante y al menos una de las láminas de metal, está dispuesta una capa intumescente de protección contra incendios. La composición intumescente de la capa de protección contra incendios puede basarse en silicato de metal alcalino, grafito expandible o mica expandible.

- 5 La solicitud internacional No. WO 2013/053566 (es decir., PCT/EP2012/068069), se refiere a un panel que incluye un revestimiento de metal, una capa de espuma aislante, y al menos una capa de barrera contra incendios entre el revestimiento de metal y la capa de espuma. La capa de barrera contra incendios incluye al menos una de sílice porosa, microesferas de vidrio huecas, fibras de vidrio, una composición ceramificante inorgánica, una dispersión en una matriz polimérica de poliuretano o matriz polimérica de poliuretano/poliisocianurato o matriz polimérica de poliuretano/poliurea de grafito expansible.

Todas las partes y porcentajes son en peso a menos que se indique lo contrario. Todas las descripciones de peso molecular se basan en un peso molecular medio numérico, a menos que se indique lo contrario. Las características descritas en relación con cualquier aspecto de las diversas realizaciones discutidas en la presente memoria pueden usarse en combinación con cualquier otro aspecto de las diversas realizaciones.

15 Ejemplos

- Los paneles de muestra para los Ejemplos de Trabajo 1 a 7 y los Ejemplos Comparativos A a C se preparan usando revestimientos de acero lacado y una capa de espuma PIR que tiene una composición según la Tabla 1, a continuación. En particular, para formar una mezcla de reacción para formar la capa de espuma PIR, se forma un componente reactivo con isocianato mezclando con una agitación mecánica el polioli VORATHERM™ CN 804, el catalizador VORATHERM™ CN 626 y n-pentano.

Tabla 1

Espuma PIR		
Componentes	Unidades	
VORATHERM™ CN 804 (poliol)	Partes en peso	100
VORATHERM™ CN 626 (catalizador)	Partes en peso	3
VORANATE™ M 600 (isocianato)	Partes en peso	171
n-pentano	Partes en peso	11
Propiedades de la mezcla de reacción		
Índice de isocianato		290

Ejemplo de Trabajo 1

- El Ejemplo de Trabajo 1 incluye un revestimiento de acero inferior, una capa de barrera contra incendios preparada según la composición en la Tabla 2, a continuación, una capa de espuma PIR preparada según la composición en la Tabla 1 anterior y un revestimiento de acero superior. En particular, el Ejemplo de Trabajo 1 es una muestra de panel de metal aislado de 700 x 700 x 80 mm que tiene un espesor total de 80 mm, que incluye revestimientos inferior y superior de acero lacado (teniendo cada revestimiento un espesor de 0,50 mm). Para formar la muestra, el revestimiento inferior de acero se trata con la composición de la capa de barrera contra incendios. Específicamente, el tratamiento del acero inferior se lleva a cabo formando una premezcla de grafito expandible con un componente de polioli que tiene la composición mostrada en la Tabla 2, a continuación. La premezcla se mezcla manualmente con un mezclador giratorio Heidolph (3.000 rpm) en un cubo de plástico. Después, la premezcla se añade a un componente de isocianato que tiene la composición que se muestra en la Tabla 2, a continuación, para formar una mezcla de reacción. Después de 15 segundos de agitación con el agitador Heidolph, la mezcla de reacción se vierte rápidamente sobre el revestimiento de acero lacado de 700 x 700 x 80 mm, que se coloca en un molde de prensa termostatzado eléctricamente a 60°C.

Tabla 2

Capa de barrera de incendios		
Grafito expandible	Unidades	
Grafito Expandible Quimidroga Grado 250	Partes en peso	50,5
Componente de polioli		
VORANOL™ CP 4702 (polioli)	Partes en peso	100
DABCO™ K2097 (catalizador)	Partes en peso	1
Componente de isocianato		
Isocianato VORANATE™ M 229	Partes en peso	132
Propiedades de la mezcla de reacción		
Índice de isocianato		1.290
Cantidad de aditivo en el reactivo	% en peso	33
Cantidad de aditivo en la composición de la capa de barrera contra incendios	% en peso	18

La cantidad de capa de barrera contra incendios vertida sobre el revestimiento de acero permite una concentración de grafito expandible de aproximadamente 1.500 g/m². La densidad de la capa de barrera contra incendios resultante es de aproximadamente 800 kg/m³ y el espesor de la capa es de aproximadamente 10 mm.

Se usa una máquina de poliuretano Cannon™ A40 de alta presión para espumar sobre la capa de barrera contra incendios (que está sobre el revestimiento de acero colocado en el molde que está termostatzado eléctricamente a 60°C). La máquina de poliuretano es una máquina de dos componentes, en la que el tanque de polioli incluye el polioli VORATHERM™ CN 804, el catalizador VORATHERM™ CN 626 y n-pentano, según las cantidades en la Tabla 1. El tanque de isocianato incluye VORANATE™ M 600, según la cantidad en la Tabla 1. El vertido de la mezcla reactiva que forma espuma sobre la capa de barrera contra incendios se lleva a cabo durante 10 segundos en el molde abierto. Después, el revestimiento de acero superior se pone en la parte superior de la espuma durante el aumento de la espuma. A continuación, se cierra el molde y se deja curar durante 30 minutos. Después de 30 minutos, se desmoldea una muestra de panel sándwich revestida de acero según el Ejemplo de Trabajo 1. La densidad moldeada del núcleo de espuma PIR D es 60 kg/m³.

Ejemplo de Trabajo 2

El Ejemplo de Trabajo 2 incluye un revestimiento de acero inferior, una capa de barrera contra incendios preparada según la composición en la Tabla 2, anterior, una capa de lana mineral, una capa de espuma PIR preparada según la composición de la Tabla 1, anterior, y un revestimiento de acero superior. El Ejemplo de Trabajo 2 se prepara según el procedimiento descrito con respecto al Ejemplo de Trabajo 1, excepto que se pone una losa adicional de 700 x 700 x 20 mm de lana mineral (lana basáltica de Rockwool Italia S.p.A., densidad 100 kg/m³) encima de la capa de barrera contra incendios antes de formar la capa de espuma PIR. Posteriormente, la capa de espuma PIR se vierte sobre la capa de lana mineral, pero la cantidad de espuma PIR vertida desde la máquina Cannon™ A40 se reduce (menos espacio en el molde debido a la presencia de la capa de lana mineral) para obtener una densidad moldeada de la espuma de 60 kg/m³.

Ejemplo Comparativo A

El Ejemplo Comparativo A incluye un revestimiento de acero inferior, una capa de espuma PIR preparada según la composición en la Tabla 1, anterior, y un revestimiento de acero superior. En particular, el Ejemplo Comparativo A es una muestra de panel de metal aislado de 700 x 700 x 80 mm que tiene un espesor total de 80 mm, que incluye revestimientos inferior y superior de acero lacado (teniendo cada revestimiento un espesor de 0,50 mm). El Ejemplo Comparativo A se prepara según el procedimiento descrito con respecto al Ejemplo de Trabajo 1, excepto que la

etapa de formación de la capa de barrera se excluye, de tal manera que la capa de espuma PIR se forma directamente sobre el revestimiento de acero inferior.

Ejemplo Comparativo B

- 5 El Ejemplo Comparativo B incluye un revestimiento de acero inferior, una capa de barrera contra incendios preparada según la Publicación Internacional No. WO 2013/053566 (es decir, una composición formadora de poliuretano-isocianurato que funciona a un índice NCO 200), una capa de espuma PIR preparada según la composición en la Tabla 1, anterior, y un revestimiento de acero superior. El Ejemplo Comparativo B es una muestra de panel de metal aislado de 700 x 700 x 80 mm que tiene un espesor total de 80 mm, que incluye revestimientos inferior y superior de acero lacado (teniendo cada revestimiento un espesor de 0,50 mm). El Ejemplo Comparativo B se prepara según el procedimiento descrito con respecto al Ejemplo de Trabajo 1, excepto que se cambia la composición de la capa de barrera.

Ejemplo de Trabajo 3

- 15 El Ejemplo de Trabajo 3 es similar al Ejemplo de Trabajo 1, excepto que se usa un método continuo (en lugar de un método discontinuo que usa moldes) para obtener las muestras que tienen un espesor de 100 mm para tener las dimensiones globales de 700 x 700 x 100 mm. Para formar el Ejemplo de Trabajo 3, se utiliza una línea continua SAIP™ equipada con una máquina de alta presión para formar la capa de espuma PIR. El procedimiento, denominado comúnmente Laminación de Doble Banda con Revestimiento Rígido, permite que la espuma PIR se eleve y se cure en el espacio restringido de un transportador doble calentado. La composición formadora de espuma PIR es dispensada por el cabezal mezclador de alta presión mediante dos tubos de plástico fijos ("pokers") con agujeros centrados a una distancia de 38 mm, siendo los dos pokers colocados uno al lado del otro a través de la anchura de la línea (esta disposición puede proporcionar una buena homogeneidad de la espuma). Además, para lograr una distribución uniforme de la capa de barrera contra incendios sobre el revestimiento de acero inferior, se conecta un cabezal de mezcla de baja presión a una manguera de descarga que tiene un extremo que se desplaza a través de la anchura del transportador por medio de una barra oscilante.
- 25 De manera importante, la composición formadora de la capa de barrera contra incendios se ajusta para que tenga un tiempo de endurecimiento corto, permitiendo que la etapa del vertido de la composición formadora de espuma PIR se produzca sobre un material curado. Este ajuste puede permitir una separación nítida y clara de las dos capas, lo que potencialmente no podría alcanzarse cuando se vierte una mezcla de reacción líquida sobre la parte superior de otra mezcla de reacción líquida.

Tabla 3

Ejemplo de Trabajo 3 Características del panel		
	Unidades	
Espesor del panel	mm	100
Tipo de revestimiento		Acero
Espesor del revestimiento	mm	0,50
Espesor de la capa de barrera contra incendios	mm	8-10
Densidad de la capa de barrera contra incendios	kg/m ³	730
Densidad del núcleo de espuma PIR	kg/m ³	50
Resistencia de unión a la tracción (acero inferior/capa de barrera contra incendios/espuma)	kPa	220
Resistencia de unión a la tracción (acero inferior/capa de barrera contra incendios)	kPa	360
Cantidad de grafito expandible por unidad de área	g/m ²	~1.080

El procedimiento de línea continua incluye las etapas de: (i) alimentar el revestimiento de acero inferior, (ii) dispensar la composición formadora de capa de barrera contra incendios según la formulación en la Tabla 2 desde la máquina de baja presión al revestimiento de acero inferior, (iii) dispensar la composición formadora de espuma PIR según la formulación en la Tabla 1 por medio de la máquina dispensadora de mezcla de alta presión (HP) sobre la capa de barrera contra incendios, (iv) alimentar el revestimiento de acero superior y (v) dejar que la espuma PIR suba y se cure en el transportador calentado. Los paneles de muestra se cortan después sucesivamente a la longitud y el tamaño deseados para los ensayos de media escala y para el ensayo EN-1364. Las características de la capa de barrera contra incendios (espesor, densidad y cantidad de grafito expandible por unidad de área) y del núcleo de espuma (densidad) son como se indican en la Tabla 3, anteriormente. Los Ejemplos 3A y 3B de la Tabla 4, a continuación, incluyen la capa de barrera contra incendios en el lado caliente y el lado frío, respectivamente.

Ejemplo de Trabajo 4

El Ejemplo de Trabajo 4 se prepara según el procedimiento descrito con respecto al Ejemplo de Trabajo 3, excepto que se añade una capa de lana mineral (40 mm de espesor, densidad 100 kg/m³, y disponible en Rockwool Italia spa). En particular, se colocan manualmente losas duras de lana mineral en la parte superior de la capa de barrera contra incendios no completamente curadas, y la capa de espuma PIR se forma encima de la capa de lana mineral. Por consiguiente, la capa de lana mineral se añade después de dispensar la composición formadora de la capa de barrera contra incendios y antes de la dispensación de la composición formadora de espuma PIR. Los Ejemplos 4A y 4B de la Tabla 4, a continuación, incluyen la capa de barrera contra incendios en el lado caliente y el lado frío, respectivamente.

Ejemplo de Trabajo 5

El Ejemplo de Trabajo 5 se prepara según el procedimiento descrito con respecto al Ejemplo de Trabajo 3, excepto que el espesor total del panel se aumenta a 150 mm aumentando el espesor de la capa aislante de espuma.

Ejemplo de Trabajo 6

El Ejemplo de Trabajo 6 se prepara según el procedimiento descrito con respecto al Ejemplo de Trabajo 3, excepto que se reduce el espesor de la capa de barrera contra incendios, mientras se mantiene un espesor total del panel de 100 mm, de tal manera que la cantidad de grafito expandible por unidad de área se reduce a 640 g/m².

Ejemplo de Trabajo 7

El Ejemplo de Trabajo 7 se prepara según el procedimiento descrito con respecto al Ejemplo de Trabajo 3, excepto que el espesor del panel se vuelve a escalar a 120 mm y se incorpora un colchón de lámina de vidrio de refuerzo en el panel. El colchón de lámina de vidrio (productor: Schmelzer Industries Veils, 75 g/m²) se desenrolla después de colar la capa de barrera contra incendios y antes de verter la mezcla de reacción de espuma PIR. En la sección de corte del panel final, es posible identificar fibras de vidrio dispersas a través de la mayor parte del espesor de la capa de espuma. Los Ejemplos 7A y 7B de la Tabla 5, a continuación, incluyen la capa de barrera contra incendios en el lado caliente y el lado frío, respectivamente.

Ejemplo Comparativo C

El Ejemplo Comparativo C es similar al Ejemplo Comparativo A, excepto que se usa el método continuo discutido anteriormente con respecto al Ejemplo de Trabajo 3 para formar los paneles de muestra. En particular, el Ejemplo Comparativo C incluye un revestimiento de acero inferior, una capa de espuma PIR preparada según la composición en la Tabla 1, anterior, y un revestimiento de acero superior.

Resultados experimentales

Tabla 4

	Ej. A	Ej. B	Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3A	Ej. 3B	Ej. 4A	Ej. 4B	Ej. C
Ubicación de la capa de barrera contra incendios	--*	caliente	caliente	caliente	caliente	frío	caliente	frío	--*
Espesor total del panel (mm)	80	80	80	80	100	100	100	100	100
Número de capas de barrera contra incendios	0	1	1	2	1	1	2	2	0
Tiempo promedio de falla de la muestra (minutos) †	45	56	110	90	65	52	69	73	41
* Se excluyó la capa de barrera contra incendios.									
† Valor dado como media de dos muestras									

- Los resultados de un ensayo de resistencia al fuego a media escala se reportan en la Tabla 4, anteriormente. El ensayo se llevó a cabo con un panel de muestra de 700 x 700 mm en los paneles usando un horno capaz de seguir la curva temperatura/tiempo de la norma EN 1364-1 (en la que el fallo de resistencia del aislamiento se define como un aumento de la temperatura sobre la temperatura de la sala de 180°C medida con un termopar colocado sobre la superficie del panel externa al horno). Lado caliente se refiere a la posición de la capa de barrera contra incendios adyacente a la cara del panel más cercana a la fuente de calor, véase la FIG. 4 (A). Lado frío se refiere a la posición de la capa de barrera contra incendios adyacente al lado del panel lejos de la fuente de calor, véase la FIG. 4 (B). Los Ejemplos de Trabajo 1, 2, 3A y 4A se ensayan con la capa de barrera contra incendios colocada en el lado caliente y los Ejemplos de Trabajo 3B y 4B se ensayan con la capa de barrera contra incendios en el lado frío. Se ensayan dos muestras independientes para cada uno de los Ejemplos de Trabajo 1 a 4 y el Ejemplo Comparativo A a C, y el resultado del tiempo de falla de la muestra se registra como una media en la Tabla 4.
- Haciendo referencia a la Tabla 4, una capa de barrera contra incendios de grafito expandible en una matriz de polímero PI de alto índice mejora el rendimiento de resistencia al fuego (medido como tiempo de falla medio) cuando se coloca en el lado caliente o el lado frío en comparación con cuando no está presente una capa de barrera contra incendios. Además, cuando se usa la matriz PI de alto índice para la capa de barrera contra incendios en el lado caliente (véanse los Ejemplos de Trabajo 1, 2, 3A y 4A), los resultados se mejoran con respecto a cuando se usa un poliuretano-isocianurato de índice más bajo en el lado caliente (véase el Ejemplo Comparativo B). También se han observado mejoras donde la capa de barrera contra incendios de PI de alto índice se combina con una capa de lana mineral adicional (véanse los Ejemplos de Trabajo 2, 4A y 4B).
- Haciendo referencia a la Tabla 5, a continuación, se realiza el ensayo EN 1364 (a gran escala) en las muestras de los Ejemplos de Trabajo 4 a 7 y en el Ejemplo Comparativo C. Para cada tipo de panel, se evalúa en el ensayo un ensamblaje de pared de tres paneles; Los paneles, según el estándar EN 1364, se ensamblan en un marco de 3x3 metros. Los termopares utilizados en el ensayo EN 1364 se dividen en secciones y cinco termopares centrales situados lejos de los bordes/juntas del panel representan el comportamiento de aislamiento de los cuerpos de los paneles. Según EN 1364, hay dos criterios de falla de aislamiento para los cinco termopares de núcleo, y los criterios son los siguientes: (i) lectura de termopar único superior a 180°C más la media de temperatura al comienzo del ensayo ("temperatura ambiente"), y (ii) media de la temperatura del termopar superior a 140°C más la temperatura ambiente. La integridad del ensamblaje, con el uso de la protección de junta/borde, se puede asegurar durante un período de tiempo igual o mayor que el tiempo de falla para los dos criterios de aislamiento citados.

Tabla 5

	Ej. 4A	Ej. 5	Ej. 6	Ej. 7A	Ej. 7B	Ej. C
Ubicación de la capa de barrera contra incendios	caliente	frío	frío	caliente	frío	-
Espesor total (mm)	100	150	100	120	120	100
Número de capas de barrera contra incendios	2	1	1	1	1	0
Cantidad de grafito expandible por unidad de área (g/m ²)	1.080	1.080	640	1.080	1.080	0
Falla del punto de aislamiento simple* (180°C + temperatura ambiente) (min)	60	>90	70	>67†	>76	40
Falla de aislamiento de temperatura media* (140°C + temperatura ambiente) (min)	64	81	69	>67†	76	39
* No hubo fallas de integridad dentro del tiempo de ensayo de la falla de aislamiento.						
† La falla de integridad ocurre a los 67 minutos, que es antes de que ocurra una falla de aislamiento						

El ensamblaje del marco incluye una protección de las uniones consistentes en tapajuntas de acero atornilladas a las superficies de los paneles, así como la protección de los bordes del ensamblaje entre los paneles y el marco de cemento de la plataforma de ensayo. Estos métodos son de uso común y están dirigidos a mejorar la integridad duradera del ensamblaje del panel durante el ensayo, algunas directrices con respecto a estos ensamblajes se pueden encontrar en eGolf Recommendation Bulletins (Grupo Europeo de Organizaciones para Ensayos, Inspección y Certificación de Incendios).

Haciendo referencia a la FIG. 5, el análisis termogravimétrico se lleva a cabo en la matriz de polímero PI usada para la capa de barrera contra incendios del Ejemplo de Trabajo 1 (que tiene un índice de isocianato de 1.290) y una matriz polimérica de capa de barrera contra incendios comparativa que tiene un índice de isocianato 200 (como en el Ejemplo 2-6 de la publicación internacional No. WO 2013/053566 o el Ejemplo Comparativo B de la presente descripción). Se usa una rampa de temperatura de 30 a 800 °C a 10 °C por minuto. Se usa un flujo de nitrógeno. Como se muestra en la FIG. 5, a través de la mayoría de intervalos de temperatura, el polímero PI de alto índice tiene una pérdida de peso más baja, de modo que el polímero es más estable térmicamente.

Haciendo referencia a la Tabla 6, se ensayan las propiedades físicas de cinco muestras de capas de barrera contra incendios preparadas de acuerdo con el proceso descrito para el Ejemplo de trabajo 3.

Tabla 6

Numero de espécimen	Módulo	Deformación de cedencia	Tensión de cedencia	Deformación a la rotura	Tensión a la rotura	Tensión máx.	Comentarios
	(MPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(kPa)	¿Integridad mantenida durante la ensayo?(sí/no)
1	90,7	22,2	11.700	70,4	53.000	53.200	Sí
2	96,3	24,1	11.900	72,0	52.200	52.400	Sí
3	93,5	21,3	11.700	70,4	52.100	52.200	Sí
4	65,1	23,9	9.760	77,5	53.100	53.100	Sí
5	68,6	26,8	11.500	74,8	53.200	53.200	Sí
Media	82,8	23,7	11.300	73,0	52.700	52.900	

La temperatura de transición vítrea de la capa de barrera contra incendios se ensaya usando calorimetría de barrido diferencial (25-250° C, 10° C/min, nitrógeno, cacerola de aluminio). El inicio de la transición es a 102° C. El comportamiento de compresión de la capa de barrera contra incendios se mide en muestras de dimensiones 50 x 10 x 4 mm según la norma UNI EN ISO 604. La carga de compresión se aplica en la dirección de la dimensión principal (sección transversal 10 x 4 mm). La baja fragilidad se refleja en la relativamente alta deformación a la rotura.

5

REIVINDICACIONES

1. Un panel, que comprende:
 - un primer revestimiento de metal;
 - una capa de espuma aislante; y
 - 5 una capa de barrera contra incendios entre el primer revestimiento de metal y la capa de espuma, comprendiendo la capa de barrera contra incendios una dispersión de grafito expandible en una matriz polimérica de poliisocianurato, en donde:
 - la matriz polimérica se forma por reacción a un índice de isocianato de más que 250 de un reaccionante que contiene isocianato y un reaccionante de polioli que incluye un polioli de cadena larga de peso
 - 10 equivalente de más que 300, y
 - la cantidad de grafito expandible por unidad de área es al menos 200 g/m².
2. El panel según la reivindicación 1, que comprende además un segundo revestimiento de metal en el lado opuesto de la capa de espuma desde el primer revestimiento de metal y que opcionalmente comprende además una capa de barrera contra incendios adicional entre el segundo revestimiento de metal y la capa de espuma.
- 15 3. El panel según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde la capa de barrera contra incendios es continua y está unida de forma continua al primer revestimiento de metal y a la capa de espuma aislante.
4. El panel según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la matriz polimérica de la capa de barrera contra incendios se forma mediante reacción a un índice de más que 700.
5. El panel según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el polioli de cadena larga es un poliéter polioli o un poliéster polioli.
- 20 6. El panel según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la cantidad de grafito expandible por unidad de superficie es al menos 500 g/m².
7. El panel según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además otra capa de barrera contra incendios entre el primer revestimiento de metal y la capa de espuma.
- 25 8. El panel según la reivindicación 7, en donde la otra capa de barrera contra incendios incluye lana mineral.
9. El panel según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 3 a 8, que comprende además: un segundo revestimiento de metal adaptado para ser orientado hacia el interior de una construcción en uso, en donde:
 - el primer revestimiento de metal está adaptado para ser orientado hacia el exterior de una construcción en uso,
 - 30 la capa de espuma está entre el primer y el segundo revestimientos de metal, y
 - no está presente ninguna capa de barrera contra incendios entre el segundo revestimiento de metal y la capa de espuma o cualquier capa de barrera contra el fuego presente entre el segundo revestimiento de metal y la capa de espuma tiene un peso de no más que 1.000 g /² o un espesor de no más que 0,3 mm.
- 35 10. Una construcción que comprende uno o más paneles según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, y opcionalmente un primer revestimiento de metal de cada uno de los uno o más paneles está orientado hacia un exterior de la construcción.
11. Un método para formar un panel según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende las etapas de:
 - proporcionar sobre un primer revestimiento de metal, una capa de barrera contra incendios en la forma de una primera mezcla de reacción líquida que incluye una dispersión de grafito expandible en una mezcla de reacción a base de isocianato; y
 - 40 aplicar sobre la capa de barrera contra incendios, una capa de espuma aislante en la forma de una segunda mezcla de reacción líquida.
12. El método según con la reivindicación 11, que comprende además aplicar un segundo revestimiento de metal sobre la capa de espuma aislante.
- 45

13. El método según la reivindicación 11 o la reivindicación 12, en donde el primer revestimiento de metal es un revestimiento inferior y la primera mezcla de reacción líquida se aplica a una superficie superior del revestimiento inferior.

5 14. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en donde el método es un procedimiento continuo.

15. Una disposición de panel, que comprende:

dos o más paneles adyacentes, opcionalmente según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo cada panel un revestimiento de metal y una capa de espuma aislante, y

un material de barrera contra incendios situado en una región de unión entre paneles adyacentes,

10 en donde el material de barrera contra incendios incluye una dispersión de grafito expandible en una matriz polimérica de poliisocianurato, en donde:

la matriz polimérica se forma por reacción a un índice de más que 250 de un reaccionante que contiene isocianato y un reaccionante de polioli que comprende un polioli de cadena larga de peso equivalente más que 300 y

15 la cantidad de grafito expandible por unidad de área es al menos 200 g/m².

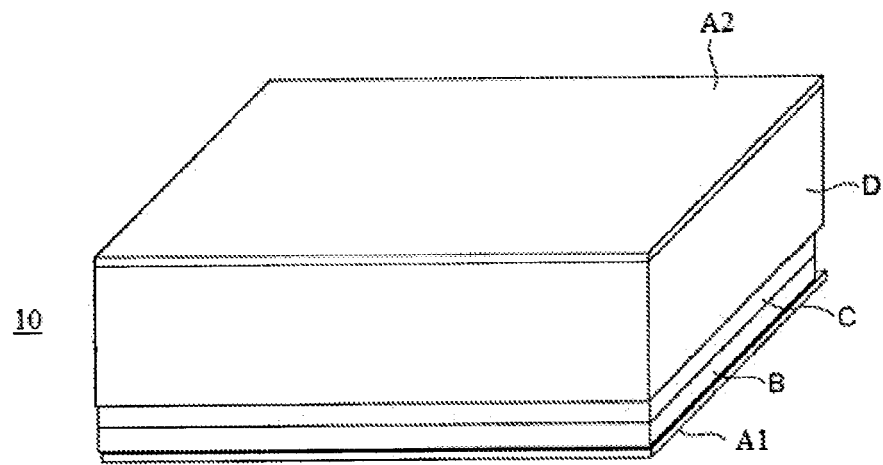


FIG. 1

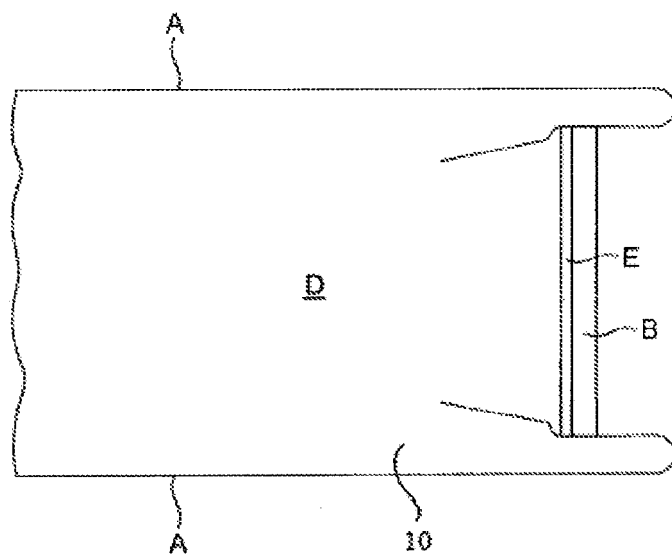


FIG. 2

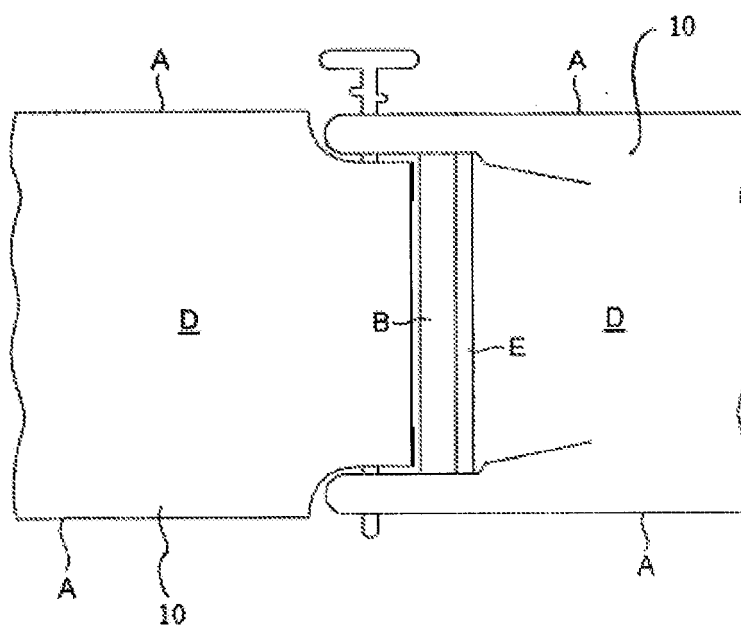


FIG. 3

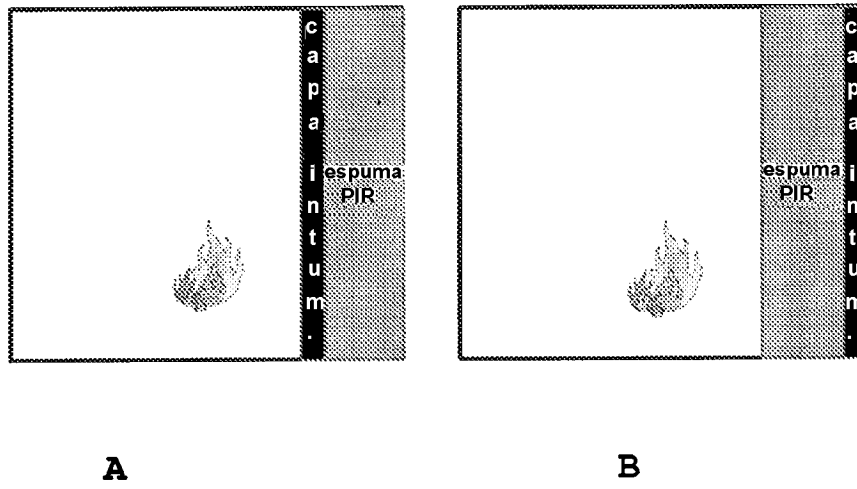


FIG. 4

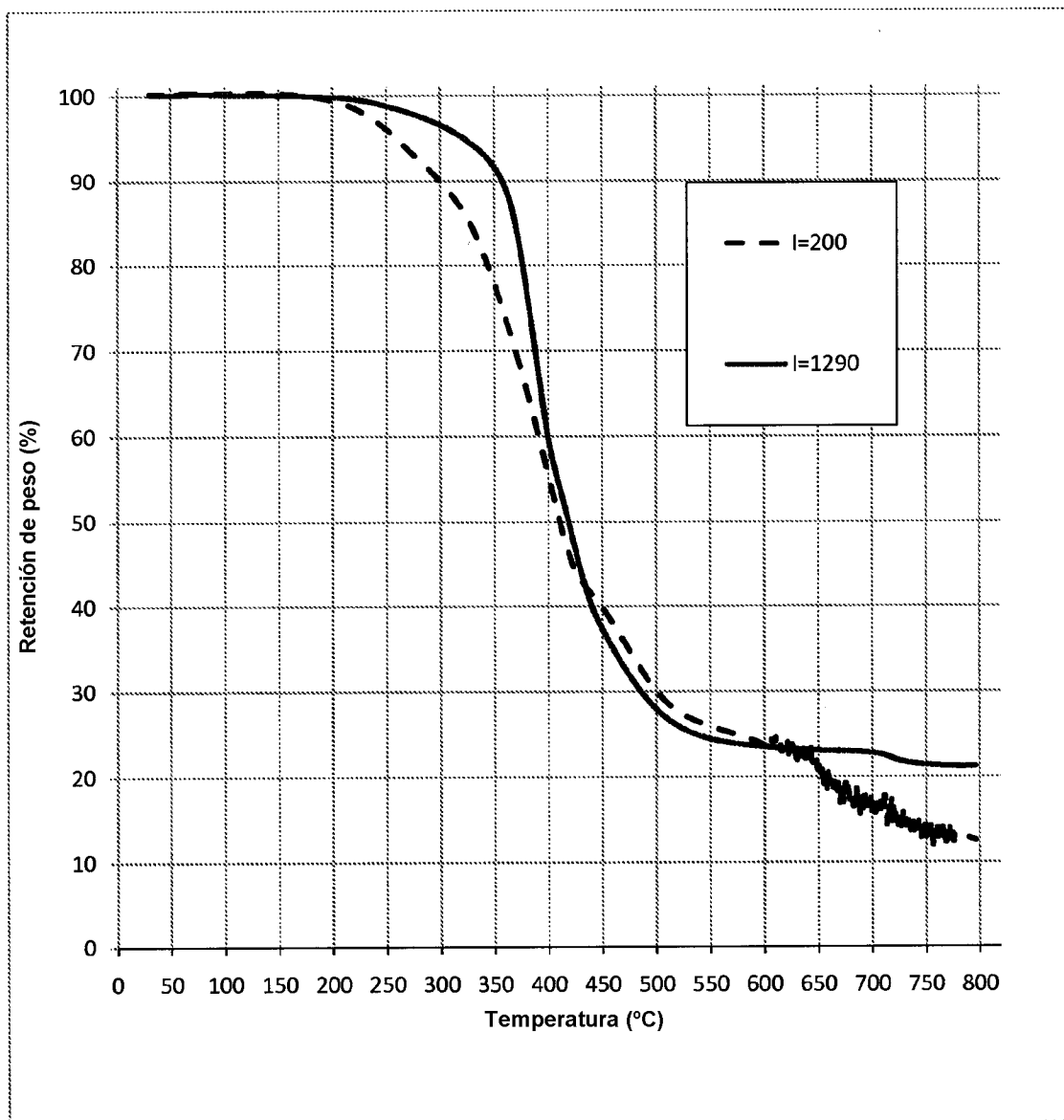


FIG. 5