



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 304 888**

② Número de solicitud: 200700992

⑤ Int. Cl.:

B32B 5/18 (2006.01)

B32B 18/00 (2006.01)

E04C 2/04 (2006.01)

B28B 1/30 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **13.04.2007**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.10.2008**

⑭ Fecha de publicación del folleto de la solicitud: **16.10.2008**

⑰ Solicitante/s: **ROCLANO S.A.**
Trapería, 17 - Entresuelo
30001 Murcia, ES

⑱ Inventor/es: **Lorca Tomás, José Ángel;**
Orgaz Orgaz, Felipe y
Carda Castelló, Juan

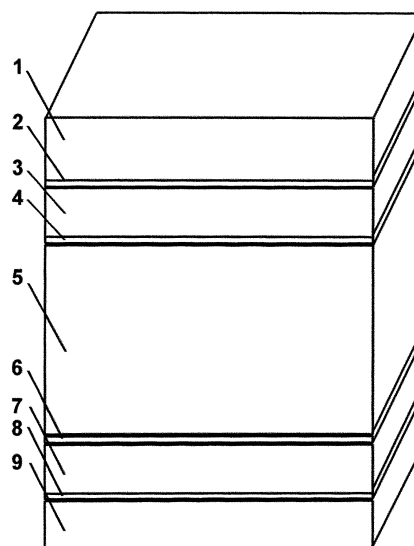
⑳ Agente: **No consta**

⑳ Título: **Paneles cerámicos laminados tipo sándwich de gran formato, ligeros y autoportantes, su procedimiento de fabricación en continuo y aplicaciones.**

㉑ Resumen:

Paneles cerámicos laminados tipo sándwich de gran formato, ligeros y autoportantes, su procedimiento de fabricación en continuo y aplicaciones.

Estos paneles están formados por 3, 5 o 7 capas cerámicas de entre 2 y 5 milímetros de espesor interlazadas o unidas entre si por unas interfases constituidas, a su vez, por tres películas de entre 100 y 300 μm cada una de diferente composición, al objeto de producir la deflexión de grietas y evitar la fractura catastrófica del panel. Las capas que configuran su estructura tipo sándwich están constituidas fundamentalmente por materiales tipo arcillas rojas cerámicas o materiales de gres porcelánico, a los que se le incorporan una serie de agentes reforzantes (partículas coloidales de sílice, esteatitas, partículas vitrocerámicas de bajo coeficiente de dilatación, fibras o fases absorbentes de energía), de porosidad (féculas de trigo o de maíz o bolas huecas de vidrio, o arcilla expandida o partículas de plástico o por partículas de fibras de celulosa), de gelificación-polimerización que dan al material consistencia mecánica y plasticidad en verde antes de la cocción. Cada una de las interfases existentes entre las capas cerámicas, están constituidas por tres películas muy finas de 100 a 3900 μm , donde las dos exteriores son de diferente naturaleza y composición que la interior. Se describe su procedimiento de fabricación y alguna de sus aplicaciones.



ES 2 304 888 A1

DESCRIPCIÓN

Paneles cerámicos laminados tipo sándwich de gran formato, ligeros y autoportantes, su procedimiento de fabricación en continuo y aplicaciones.

5

Sector de la técnica

Paneles cerámicos de aplicación como sistema constructivo en la edificación.

10 Procesos de fabricación en continuo de estos paneles por la tecnología de vía húmeda mediante solapamiento de preformas moldeadas por colada o extrusión.

Objeto de la invención

15 Un proceso industrial para la fabricación en continuo por vía húmeda de un nuevo tipo de paneles cerámicos de gran formato, laminados ligeros y autoportantes, para la construcción. Estos paneles son de tamaño diverso, con formas planas y curvas debido a su flexibilidad y por su estructura tipo sándwich (en la que se alternan diferentes tipos de materiales cerámicos) y la naturaleza de las capas que lo conforman, son ligeros, mecánicamente resistentes y con acabados y adecuadas capacidades funcionales, que puedan ser utilizados para hacer viviendas mas industrializadas (disponibilidad de nuevos sistemas constructivos), confortable, estética y sostenible desde el punto de vista energético y ambiental.

20

Estado de la técnica

25 Los materiales cerámicos se caracterizan por presentar una rotura frágil y catastrófica. Esta baja resistencia mecánica a la tracción, es dependiente del tamaño de fisuras y defectos incontrolados, lo que hace que estos materiales presenten una escasa tolerancia a grietas y defectos (origen de la fractura) debido a su nula ductilidad y deformación plástica. Por consiguiente, la resistencia de materiales cerámicos debe ser descrita por parámetros estadísticos debido a la distribución incontrolada de fisuras o grietas que producen la fractura, y que esta naturaleza estadística de resistencias deba ser tenida en cuenta para el diseño de componentes con una aceptable garantía de fiabilidad.

30

En la última década, se han producido avances significantes en el conocimiento y la explotación del procesamiento y el control micro estructural de las cerámicas estructurales como medio para conocer mejor su comportamiento mecánico. Incluye no solo el estudio de las propiedades convencionales sino también otros comportamiento mucho mas complejos como son el deterioro al contacto, la mecanización y la resistencia a la erosión y al desgaste. Así han tenido lugar avances en la capacidad para procesar y caracterizar micro estructuras multifases complejas de forma concurrente con el progreso en la modelización teórica y la simulación [Evans. *J Am. Ceram. Soc.*, **73**: 187, 1990; Becher. *J. Am. Ceram. Soc.* **74**: 255, 1991; Chan-Harmmer. *Processing of Ceramics Part 2*. Ed. Brook 17B., 178 Weinheim VCH 1996].

35

40

Varias han sido las estrategias para mejorar la tenacidad y fiabilidad de los componentes cerámicos en aplicaciones de ingeniería:

45

- a) Aplicar técnicas de ensayos de prueba (proof testing)
- b) Crear umbrales de resistencia haciendo que los materiales tengan una mayor tolerancia a las fisuras.

Para ello se han utilizado una variedad de técnicas:

50

55

60

65

1. Técnicas encaminadas a conseguir un alto grado de homogeneidad en la preparación de los materiales mediante el uso de partículas micrométricas y manométricas.
2. Técnicas tendentes a producir materiales tolerantes a las fisuras, con resistencia de fractura independiente del tipo de grieta. Esto se ha pretendido conseguir vía cerámicos multifases con micro estructura heterogénea y controlada.
3. Produciendo barreras a la propagación de grietas bien por obstáculos físicos o deflexión de grietas (“composites” laminados) o por absorción de energía (procesos de transformación cristalina de fases con variaciones de volumen (por ejemplo circona).
4. Técnicas encaminadas al endurecimiento por dispersión de nanopartículas (100-300 nm) en matrices de mayor expansión.
5. Producir umbrales de resistencia por creación de capas compresivas externas en 2D o 3D. Esto ha sido conseguido por el equipo del profesor R. Lance en USA mediante laminados policapas estructurados con finas capas compresivas intercaladas igualmente espaciadas (barreras de propagación) entre otras capas de menor espesor.

ES 2 304 888 A1

Los “composites” laminares están suponiendo un relevante avance en el diseño y en la conformación de materiales cerámicos de alta tenacidad. En general, puede decirse que existen tres mecanismos diferentes o estrategias para el reforzamiento de Sistemas cerámicos laminados (SLC):

- 5 a) Crear interfases débiles mediante la creación de poros o por introducción de interfases de NB, C, monacita (LaPO_4) u otros.
- b) Creación de tensiones residuales (capas compresivas inter-laminares).
- 10 c) Intercalación en capas de núcleos micro estructurales absorbentes de energía (fibras, metales, etc.) o pre-impregnados.

La estrategia a), que se basa en intercalar capas débiles capaces de desviar la propagación de las grietas a través de la sección del material, tiene analogía con ciertas estructuras biológicas (nácar en ciertos moluscos) [Currey. *Proc. R. Society. London. Ser B* **196**: 443, 1977; Laraia-Heuer. *J Am. Ceram. Soc.* **72**: 2177, 1989]. En esta línea, composites laminares de SiC/C fabricados por CVD se han sido obtenido por Ignat y Clegg [Ignat-Nadal. *J Phys* **C5**: 259, 1989; Clegg-Kendall-Birchall-Button. *Nature* **347**: 45, 1990; Clegg. *Acta Metall Mater.* **40**: 3085, 1992].

El gran problema que presenta la conformación de sistemas laminados con interfases débiles es la escasa disponibilidad de agentes de despegue y los existentes (C y NB) tienen limitadas propiedades de resistencia a la oxidación [Morgan-Marshall. *J Am. Ceram. Soc.* **78**: 1553, 1995 y *Mat. Sci. Eng.* **A195**: 215, 1995; Kuo-Kriven. *Mat Science and Eng A*, 241,1-2, 241, 1998].

Respecto al diseño de composites laminares con capas compresivas intercaladas, se ha demostrado experimentalmente que estos materiales cerámicos tienen la capacidad para parar la propagación de grietas catastróficas y prevenir la rotura por debajo de un valor crítico. Por tanto, este fenómeno produce un material con un umbral de resistencia [M. Rao Rodel y Lange. *J Am. Ceram. Soc.* **84**, 11, 2723, 2001]. Las capas compresivas truncan la distribución estadística de resistencias típica de los materiales frágiles, requiriéndose un aumento de la tensión para que la grieta se extienda a su través.

El umbral de resistencia aumenta con la tenacidad de la capa mas fina, con la tensión compresiva y el espesor de la capa compresiva y es inversamente proporcional a la distancia entre capas compresivas (principales factores determinantes). El análisis por elementos finitos ha demostrado que las capas compresivas deben tener unos valores del módulo elástico E , más bajos en relación a las capas más anchas de tracción.

La fractura viene pues impedida por el apantallamiento de la tensión compresiva y el desajuste de módulos elásticos (E). Los desajustes de E se han podido obtener introduciendo porosidad en las capas compresivas.

La limitación de esta estrategia es que mientras la capa frágil puede experimentar compresión neta, pequeñas regiones cerca de la superficie experimentan tensiones de tracción en una dirección perpendicular al plano de laminación [Ho Suo. *J. Appl. Mechanics* **60**: 890, 1993].

El principal problema en el diseño de cerámicas laminares con capas compresivas es como eliminar las grietas de borde (“edge cracks”). Estas grietas producen canalizaciones de rotura. Ho-Hillman-Lange-Suo [*J. Am. Ceram. Soc* **78**: 9, 2353, 1995] han demostrado que el craqueo espontáneo de estas tensiones residuales de borde son energéticamente desfavorables siempre que el espesor esté por debajo de un valor crítico.

Para evitar los efectos perniciosos de las grietas de borde se ha utilizado diferentes procedimientos, entre los que cabe destacar:

- 50 a) Hacer capas compresivas por debajo de un valor crítico.
- b) Crear interfases de alta expansión que redistribuyan y reduzcan la zona de tracción superficial en la capa compresiva [He-Evans. *J Am. Ceram. Soc.* **87**: 8, 1418, 2004].
- 55 c) Proteger los bordes de posible deterioro (laminados de vidrio y plástico).
- d) Aplicar compresión a lo largo de los bordes por abrazaderas o tornillos de presión, punzadas, surcos o basteo.
- 60

Estos estudios aportan importantes implicaciones para el diseño de cerámicas laminadas con capas compresivas, tales como:

- 65 1. A menores tensiones de desajuste, menor es la incidencia de las grietas de borde.
2. Cuanto mas finas sean las capas, mas baja es la susceptibilidad de la grieta.
3. A mayor tenacidad de la capa a compresión, ó capa intermedia, menor es la resiliencia.

ES 2 304 888 A1

4. La incidencia de grietas de borde puede ser reducida poniendo finas intercapas con grandes tensiones de desajuste de expansión térmica.

Se ha demostrado experimentalmente que los materiales cerámicos laminados utilizando capas compresivas igualmente espaciadas tienen la capacidad de parar la propagación de grietas catastróficas y prevenir la rotura por debajo de un valor crítico. Por tanto, este fenómeno produce un material con un umbral de resistencia [M. Rao, Rodel y Lange, o.c.]. Las capas compresivas truncan la distribución estadística de resistencias típica de los materiales frágiles. La capa compresiva provoca que se requiera un aumento de la tensión para extender la grieta a través de la capa compresiva.

El modelo que explica los umbrales de resistencia en composites laminares es válido solamente (predice) cuando la grieta se propaga recta a través de la capa compresiva y esto *sucede cuando la capa compresiva y su espesor son pequeños*. A más grandes capas compresivas y espesores de capa, la grieta se bifurca cuando se propaga a través de la capa compresiva y produce *umbrales de resistencia superiores al descrito por el modelo*. El ángulo entre las grietas bifurcadas aumenta al aumentar la capa compresiva [M. P. Rao and F. Lange. *J. Am. Ceram. Soc.* **85**: 5,1222, 2002].

En esta revisión del estado de la técnica, se han mostrado los recientes desarrollos en los cerámicos laminados y especialmente su procesamiento, tipologías, configuraciones, su comportamiento mecánico, así como los requerimientos para el diseño estructural para conseguir materiales de superior propiedades en cuanto a la tenacidad y al comportamiento mecánico a la fractura.

Sin embargo, la presente invención constituye un sensible avance en este campo de la técnica, debido a que:

- Presenta una nueva configuración diferente de capas e interfases tuneladas que determinan que el conjunto del sistema sea eficiente desde el punto de disipación controlada de energía mecánica de rotura.
- Se incorporan capas de gradiente de porosidad que hacen el panel ligero sin perder la resistencia requerida.
- Se introducen interfases triples tuneladas entre capas que posibilitan la deflexión eficiente de grietas en el panel (sumideros de grietas producidas por las energías de deformación acumulada).
- Naturalmente esto conduce al diseño de nuevos materiales susceptibles de ser utilizados industrialmente.
- Se presenta un procedimiento que posibilita la obtención de paneles de gran formato con esta configuración.

35 Descripción de los dibujos

En la figura 1 se muestra un esquema del diseño técnico del panel sándwich, cuyas dimensiones son preferentemente superiores a 3x1 m. Aunque en la presente invención se contempla la posibilidad de que los paneles sándwich presenten 3, 5 ó 7 capas. El presente dibujo se refiere a un panel sándwich que consta de cinco capas (1, 3, 5, 7 y 9) y, consecuentemente, cuatro interfases (2, 4, 6 y 8). La primera y última capa (1 y 9) son idénticas, tienen un espesor preferentemente de 2 a 3 mm y están formadas por un material cerámico de alta densidad susceptible de recibir diferentes tipos de acabados funcionales que aportan al panel propiedades complementarias, tales como películas coloreadas, térmicas, biocidas, fotovoltaicas, etc. Las capas intermedias (3) y (7), si existen, son también de un material cerámico idéntico al de las capas exteriores (1) y (9), pero con un espesor mayor al de éstas (de 3 a 4 mm) y en cuya composición debe aumentarse la proporción de sustancias generadoras de porosidad a fin de aligerar el panel. Finalmente la capa central (5), cuyo espesor es preferentemente de 4 a 5 mm, presenta un porosidad aún menor que la de las capas intermedias (3) y (7), aumentando la proporción de sustancias generadoras de porosidad.

Como se ha dicho, entre las capas cerámicas se intercalan, en este caso cuatro, interfases triples de un material cerámico de unos 0,1 mm de espesor cada una, cuya misión, además de actuar como cemento de unión de las capas contiguas, es crear un *efecto túnel* para evitar que cualquier grieta producida en una capa cerámica progrese a la contigua y la energía contenida se desplace lateralmente (sumidero lateral de energía de fractura).

En la figura 2 se presenta una de estas interfases triples, las cuales están formadas por tres películas de 0,1 mm cada una: las dos películas exteriores (10 y 12) están formadas por un material metal-cerámico que en el dibujo se ha representado mediante círculos (13), dentro de las matrices (10) y (12), y otra interior de alta porosidad, (11), cuya misión es, como se acaba de exponer, que una grieta que pudiera producirse en cualquiera de las capas pueda ser absorbida y, por efecto túnel, ser dirigida hacia el borde de la placa, sin pasar a la capa siguiente.

En la figura 3 se muestra esquemáticamente el progreso de una grieta de una capa cerámica a la contigua con una interfase simple. El dibujo de la parte superior corresponde al caso de que la capas (1) y (3) estén unidas por una interfase *homogénea* que solo serviría como cemento de unión entre las dos capas cerámicas: la grieta progresaría a través de la interfase cambiando sólo el punto por donde entraría en la capa continua; se trata del fenómeno conocido como *salto* o "*king out*". Por el contrario (dibujo inferior de la figura), cuando la interfase es la formada a su vez por tres películas, según se reivindica en la presente invención, la grieta se canaliza entre las dos películas extremas, dando lugar a lo que llamamos *efecto túnel*, siendo guiada a la pared exterior sin penetrar en la siguiente capa, dando lugar a un panel *autoportante*, evitando así la fractura catastrófica.

En las figuras 4, 5 y 6 se muestra de forma esquemática el proceso de fabricación de los paneles laminados esquematizados en la figura 1. Para simplificar el dibujo se considera un panel sándwich de *tres capas*; como el de la figura 1 representa uno de cinco capas a efectos de estas figuras es como si en la figura 1 se prescindiera de las capas (3) y (7), así como de las interfases (4) y (6).

El dispositivo de moldeo (figura 4) consiste en una cinta transportadora (15) que se desplaza sobre una mesa soporte (16) y un sistema de tracción (14) (del que sólo se representa un rodillo en el esquema de la figura), cinta sobre la que se va depositando y desplazando de forma continua y secuencial, las pastas cerámicas previamente extrusionadas o coladas (preformas) y las correspondientes interfases triples tuneladas.

A la cinta transportadora (15) (que descansa sobre la mesa 16, según puede verse en el esquema de la figura 4) se va añadiendo preformas cerámicas planas, a través de la boquilla de extrusión (24), la pasta (17) que, tras ser laminada y alisada posteriormente mediante un sistema de rodillos de laminación (18) y constituirá la capa 9 (ver figura 1) del panel. Esta capa se endurece por gelidificación debido a la polimerización de los monómeros previamente añadidos a la pasta, mediante radiación UV o térmica dirigida por el generador (19). En su avance, por el movimiento de la cita (15) que soporta esta capa, pasa a un sistema de deposición secuencial de cada una de la tres películas que constituyen la interfase triple tunelada. Así se depositan sobre la capa (9) la película (12) que contiene las sales que darán lugar por reducción al material metal cerámico de la interfase (8) pasando el producto a la correspondiente solidificación mediante un dispositivo radiante (21). A continuación preferentemente mediante un dispositivo de "tape casting" (colage de cinta) (22), se deposita la película central (11) de la interfase (8), que igualmente se somete a solidificación mediante el dispositivo radiante (23). Finalmente, sobre esta se deposita la tercera película (10) de idéntica manera a como se ha descrito para la película (12). De esta manera quedan preconformadas la capa (9) y la interfase (8).

El proceso se repite de forma análoga según se muestra en el esquema dibujado en la figura 5, con la única diferencia de que la pasta (25) a alimentar dará lugar a la capa (5), que tiene una composición diferente (es más porosa) a la capa (9). Al emplearse el mismo equipo; y para evitar confusiones, no se han numerado los diferentes elementos que entran en juego: laminación, curado por radiación ultravioleta y formación de la interfase (2) ya que los aparatos a emplear son los mismos. Reacuérdesse que se está describiendo la obtención de un panel de tres capas, por lo que se prescinde de las capas (7) y (3) y de las interfases (6) y (9) de la figura 1.

Una vez que se han depositado secuencialmente las capas e interfases que configuran el panel sándwich, se procede a un proceso de laminación final del "prepanel" obtenido, pasando (figura 6) la tira continua del prepanel por los rodillos de laminación (26) para su mejor compactación, ajuste al espesor predeterminado y como requisito para eliminar tensiones en los contactos durante la cocción. Tras un recubrimiento funcional de acabado (térmico, coloreado, etc.) (34) que se inyecta mediante un sistema de pulverización (33) o por chorro de tinta (decoración digital), finalmente el panel en verde se corta al tamaño preciso, mediante un sistema de corte convencional (27). Los paneles son posteriormente secados y cocidos utilizando hornos convencionales.

En la figura 7 se muestra una de las posibles aplicaciones de los paneles objeto de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Como se ha indicado en el título de la presente invención, ésta se refiere a unos materiales ligeros de gran formato, con estructura tipo sándwich con capacidad para comportarse como un sistema autoportantes eficiente, es decir no romper catastróficamente y tener un comportamiento a la fractura estable y controlable.

A efectos de la presente invención se considera:

- *Material de estructura tipo sándwich*: formado por varias capas de distintos materiales superpuestos unos a los otros.
- *Material de gran formato*: aquel que su longitud supera los 2,5 m y su anchura los 60 cm.
- *Material cerámico ligero*: cuya densidad sea inferior a los 2000 kg/m³.
- *Material autoportante*: aquella capaz de soportar, dentro de unos límites normales, cargas sin rotura catastrófica.

En lo que sigue la descripción se referirá a paneles de *cinco* capas, lo que no excluye, por supuesto, los de tres o siete capas.

La arquitectura de los paneles es la que se indica en la figura 1, donde el carácter auto portante del sustrato cerámico lo da una estructura *tipo sándwich* formada por tres o cinco (en el caso de la figura) capas cerámicas de 2-3 mm (1, 3, 5, 7 y 9), entrelazadas o unidas (figura 2) por unas interfases triples con efecto túnel de fino espesor (2, 4, 6 y 8) de 0,1 a 0,2 mm o menos cada una de las tres películas que forma la interfase. Estas interfases posibilitan una deflexión importante de grietas y una gran eficiencia en la disipación de la energía de deformación acumulada al someter el material a tensión. Disipación de energía en las interfases impide la propagación de grietas entre capas a través del espesor del panel y por tanto producen un aumento importante de la tenacidad del material. El *carácter túnel* de las

ES 2 304 888 A1

interfases permite una mejor conducción de la grieta (figura 3) y evita el fenómeno de “kink out” (salto hacia fuera) característico de otros materiales.

Una característica fundamental de la presente invención es lo que a través de la presente descripción se viene nombrando como *efecto túnel* que tiene lugar en las cuatro interfases *tuneladas* (2, 4, 6 y 8 de la figura 1), por lo que, a efecto de la presente invención consideramos necesario definir esta palabra: se debe entender como *interfase tunelada* una interfase constituida por tres finas películas, en la que la que las dos capas externas son diferentes de la capa interna de naturaleza más débil, la cual, actuando a modo de túnel canaliza la deflexión de cualquier grieta a través de esta capa interior más débil evitando que dicha grieta pueda propagarse a las capas separadas por la interfase en cuestión.

A fin de compatibilizar la ligereza de los paneles, requerida para su manipulación e instalación en obra, con su necesaria consistencia mecánica, la estructura sándwich está formada de capas cuya densidad va disminuyendo desde las capas exteriores a la capa más interna. Denominando d_n a la densidad de la capa n de la figura 1, se tiene

$$d_1 > d_3 > d_5 < d_7 < d_9,$$

dando lugar a una capa interior ($n = 5$) mas ancha, de máxima porosidad, unas capas intermedias, $n = 3$ y $n = 7$, parcialmente porosas y unas capas exteriores, $n = 1$ y $n = 9$, compresivas de alta densidad, cercana a la teórica.

Para esto es necesario:

- a. Formulaciones de pastas cerámicas con alto grado de homogeneidad, reproducibilidad y resistencia, moldeables por extrusión o por colage a láminas monocapa con la mínima adición de aditivos temporales, que al ser cocidas estén libres de grietas y presenten una alta resistencia mecánica.
- b. Aditivos a las pastas capaces de producir por curado con radiaciones (UV, láser, electrones, microondas, infrarrojo u otras), procesos de solidificación/gelificación en espacios controlables de tiempo (gel casting o gel extruding).
- c. Interfases triples con efecto túnel altamente eficientes capaces de absorber y disipar energía que eviten la propagación de grietas a lo largo de las diferentes capas del sandwich.

35 *Formulaciones de pastas cerámicas*

Las capas que configuran la estructura tipo sandwich de los paneles están constituidas fundamentalmente bien por materiales tipo arcillas rojas cerámicas o por materiales de gres porcelánico. A estos materiales se le incorporan una serie de agentes que se relacionan a continuación:

- Agentes reforzantes,
- Agentes de porosidad,
- Agentes de polimerización,
- Agentes acondicionadores de composición que dan al material consistencia mecánica y plasticidad en verde antes de la cocción.

Los *agentes reforzantes*, consisten en partículas coloidales de sílice, esteatitas, partículas vitrocerámicas de bajo coeficiente de dilatación, fibras o fases absorbentes de energía (partículas metálicas coloidales de sílice o de níquel o cromo obtenidas éstas por reducción de sus sales) en concentraciones entre un 5% y un 10%.

Los *agentes de porosidad* son féculas de trigo o de maíz o bolas huecas de vidrio, o arcilla expandida o partículas de plástico o por partículas de fibras de celulosa o mezclas de ellos. La proporción en que estos materiales se añaden a la pasta que dará lugar a las capas cerámicas del sándwich, es mayor cuanto más profunda sea la capa que se prepara, aumentando así la porosidad de la capa.

Una composición recomendable para la la obtención de las capas porosas es:

Arcilla roja o gres porcelánico	50 - 70%
Agente reforzante	5 - 10%
Agente de porosidad	5 - 20%

Los *agentes de polimerización*, que añaden en una proporción de hasta un 5%, tienen como misión que por radiación (ultravioleta o térmica) o por calentamiento por contacto, la pasta formada por los agentes mencionados, solidifiquen o gelifiquen en verde. Están formados por dos grupos de materiales o mezcla de ellos.

ES 2 304 888 A1

- Acrilamida y poliacrilamida u otros [ver J. Ma *et al. Journal European Ceramic Society* **23**, 2273, 2003], los cuales se aplican mediante técnicas de desestabilización de suspensiones tales como DCC (“direct coagulation casting”, moldeo de coagulación directa) [ver C. Pagnous *et al. Journal European Ceramic Society* 2005 en prensa] o técnicas de “gel casting” (moldeo gelificante) consistente en agregar monómeros a cerámicas para provocar polimerización del catalizador por calor o radiación, o
- Foto polímeros a base de acrilatos, epoxiacrilatos, uretanoacrilatos y poli ésteres.

Interfases triples con efecto túnel

Para evitar los procesos de “kink out” (salto de grietas entre capas) presentes en los materiales cerámicos laminados (ver esquema superior de la figura 3), la ruptura catastrófica del material mediante los cuales una grieta producida en una capa puede trasladarse a la siguiente, se utilizan interfase triples “toneladas” entre las capas del sándwich. Mediante esta configuración, la grieta que entra en la interfase puede ser sometida a deflexión de forma eficiente a través de la misma sin el riesgo de entrar en la capa siguiente. Esta interfase “tunelada” esta constituida por dos láminas simples externas, resistentes y tenaces (paredes del túnel), (10) y (12) de la figura 2, y una interna más débil (galería de conducción de la grieta), (11) de la figura 2.

Las tres películas presentan cada una un espesor de 100 a 300 μm , siendo las dos exteriores de diferente naturaleza y composición que la interior, lo que facilitan la disipación de energía en el conjunto del material y evita el salto de la grieta a la capa cerámica contigua.

Para la producción de interfases se emplearán para las películas externas del túnel:

- Materiales vitrocerámicos de β -eucryptita, mullita y/o
- Materiales de bajo coeficiente de dilatación como cordieritas.
- Materiales que aprovechen la transformación tetragonal-monoclínica de la circonita y/o
- Materiales metal-cerámicos conteniendo, preferentemente, nanopartículas (inferiores a 0,1 micras) de metales de níquel y cromo.

Para la película interna, alguno de los agentes de porosidad similares a los descritos en relación con los aditivos a emplear en la composición de las capas cerámicas porosas.

Para la producción de estas interfases tuneladas se emplean técnicas de colado de cintas (tape casting), prototipo rápido, micro boquillas unidas a robots, impresión digital con chorro de tinta, plasma spray, PVD, aerografía, xerografía, flexografía, huecogravado...

Procedimiento de fabricación de los paneles

Para mayor claridad, tanto de los dibujos como de la descripción del proceso, la siguiente exposición se referirá al caso de paneles formados por tres capas siendo evidente para un experto en la materia la transposición de lo dicho a paneles de cinco o siete capas. En consecuencia, y para no variar la numeración de los elementos, se considerará que en la figura 1 faltan las capas (3) y (7) y las interfases (4) y (6).

La fabricación contempla las siguientes fases:

1. Preparación y homogeneización de las masas acondicionadas mediante agentes plastificantes, reforzantes, gelificantes, conforme a las composiciones requeridas de porosidad:
 - 1.1. Masa de alta densidad para las capas (1) y (9) (figura 1).
 - 1.2. Masa de densidad media para las capas intermedias.
 - 1.3. Masa de baja densidad para la capa central.
 - 1.4. Masa para las interfases tuneladas.
2. Deposición sobre cintas transportadoras continuas de preformas de las masas previamente preparadas (1.1., 1.2. y 1.3. del apartado 1.), utilizando bien mesas vibratorias o boquillas de extrusión, las cuales después de un proceso de laminación posterior son sometidas a procesos de endurecimiento por radiación.
3. Deposición sobre las capas laminadas anteriores de las interfases correspondientes, las cuales son sometidas a radiación para su curado y endurecimiento posterior.

ES 2 304 888 A1

4. Repetición de la fase 2 y 3 para conformar la capa central y repetición de la fase 2 para conformar definitivamente el sándwich de tres capas.
5. Laminado del conjunto del sándwich preparado anteriormente, para evitar tensiones y distorsiones del material en el secado y la cocción.
6. Corte a la longitud deseada.
7. Operaciones convencionales de secado y cocción y, en su caso, tratamiento de la superficie exterior mediante capas funcionales de diferente naturaleza, o sea con funciones de climatización, ornamental, biocida, fotovoltaica.

A continuación se describe la manera de realizar estas etapas:

15 *Preparación de las masas conforme a las composiciones requeridas*

Se pueden adoptar dos formas de premoldeo (preformas) de las capas cerámicas que configuran el sandwich:

- a) Preformas vía extrusión.
- b) Preformas vía colage sobre mesa vibratoria.

En el primer caso, cada una de las capas que configuran el sándwich se premoldean por extrusión de la pasta a través de una boquilla rectangular mientras que en el segundo caso se premoldean por colado o drenaje sobre una plataforma vibratoria. En ambos casos se obtienen preformas de planchas cerámicas que posteriormente son moldeadas por rodillos de laminación a presión para obtener la forma plana y el espesor deseado.

Los procesos de moldeo determinan la naturaleza de los materiales de partida; se emplean pastas cerámicas de diferente fluidez y plasticidad (según se ha expuesto anteriormente) dependiendo que en la fabricación de las preformas se utilice la vía de colada sobre plataforma vibratoria o la vía de extrusión.

Se pueden utilizar dos tipos de máquinas de moldeo:

- a) Maquinas con banda transportadora única.
- b) Maquinas de varias bandas transportadoras en serie.

La maquina con banda transportadora única es de un menor coste, mientras que la maquina con bandas transportadoras en serie permite evitar deformaciones y contracciones diferenciales en el proceso de cocción y de lugar a distorsiones y roturas del panel autoportante final.

En las figuras 4, 5 y 6 puede verse el esquema de la máquina con banda transportadora única. Si en cada uno de los tres esquemas los tramos de banda transportadora (15), se considera ésta como independiente accionada por el correspondiente sistema de tracción se tendría el esquema de la máquina con bandas transportadoras en serie.

En la figura 4, se muestra como se van depositando de forma sucesiva y superpuesta las diferentes capas e interfases. Sobre la banda o bandas transportadoras se colocan cilindros de laminación a presión que darán el espesor y la presión necesaria para conformar capas homogéneas y uniformes del espesor deseado. Posteriormente las capas cerámicas son congeladas, gelificadas o solidificadas mediante la acción de radiaciones, que produce la polimerización de los aditivos incorporados en las pastas. Posteriormente se van depositando las tres interfases que constituyen la interfase tunelada. El proceso se repite hasta que se hayan depositado las capas (tres, cinco o siete) y las correspondientes interfases que constituyen el sándwich.

La diferencia entre los procesos vía colada y vía extrusión radica en la naturaleza de la preforma previa al proceso de laminación por rodillos. En el caso de la vía extrusión (que es el utilizado para los esquemas), se emplean extrusionadoras con boquillas rectangulares para moldear las planchas mientras que en la vía colada, la pasta será volcada sobre una mesa vibratoria o preconformadas con rodillos de vibración.

El sistema de la maquina de moldeo en su conjunto dispone de los siguientes subsistemas:

- Sistema de preparación y acondicionamiento de composiciones.
- Sistema de desplazamiento de las bandas transportadoras.
- Sistema de alimentación de preformas o premoldeo (colada/vibración y extrusión).
- Sistemas de laminación por prensado entre rodillos.

ES 2 304 888 A1

- Sistema de alimentación de interfases tuneladas.
- Sistema de curado de las capas laminadas.
- 5 • Sistema de control global del proceso.
- Sistema de control del producto moldeado.
- 10 • Sistema de secado y cocción.

Estos subsistemas son sobradamente conocidos por un experto en la materia y resultaría ocioso entrar en su descripción.

15 Una vez se dispone de las preformas (17), que a objeto de esta descripción se supone que han sido obtenidas por extrusión o por mesa vibratoria, ésta se deposita al principio de la cinta transportadora (15) (ver figura 4) que se desplaza sobre una mesa soporte (16) accionada por el sistema de tracción (14) (del que sólo se representa un rodillo en el esquema de la figura). Estas preformas se laminan y alisan posteriormente mediante un sistema de rodillos (18) y constituirá la capa (9), que se endurece posteriormente debido a la polimerización de los monómeros previamente añadidos a la pasta, mediante radiación (generalmente ultravioleta o infrarroja), por el generador (19), aunque también 20 puede hacerse por calentamiento por contacto con rodillos. En su avance, por el movimiento de la cinta (15) que soporta esta capa, pasa a un sistema de deposición, preferentemente por colado sobre cuchilla (tape casting) o por chorro de tinta (20) que deposita sobre ella la película (12) de naturaleza metal cerámica (finas partículas metálicas dentro de una matriz cerámica) (13) de la interfase (8) pasando el producto a la correspondiente solidificación mediante un dispositivo radiante (21). A continuación preferentemente mediante un dispositivo similar al anterior, (22), se 25 deposita la capa (11) de la interfase (8), que igualmente se somete a solidificación mediante el dispositivo radiante (23). Finalmente, sobre esta capa se deposita la capa (10) de idéntica manera a como se ha descrito para la capa (12). De esta manera quedan preconformadas la capa (9) y la interfase (8).

El proceso se repite de forma análoga, según se muestra en el esquema dibujado en la figura 5, con la única 30 diferencia de que la pasta (24) a alimentar dará lugar a la capa central (5), de diferente composición que la capa (9) (ya que debe ser más porosa) pero empleando el mismo equipo que para su formación: laminación, curado térmico y formación de la interfase (2).

La capa situada sobre la central es idéntica a la capa (9) y el proceso seguido para su deposición es el mismo que 35 se ha descrito para la formación de esta capa.

En la figura 6 se muestra la fase final del proceso: laminación de la preforma plana, obtenido, pasando la tira 40 continua sándwich por los rodillos de laminación en caliente (26) para su mejor compactación y ajuste al espesor y forma predeterminado. Tras lo cual la cara vista del panel se somete a un recubrimiento funcional (34) que se inyecta mediante un sistema de pulverización u otras técnicas tales como PVD, xerografía, etc. (33) y, mediante un sistema de corte convencional (27), se separa la masa continua en los paneles (28) de la longitud prevista.

No se han dibujado la parte final del proceso consistente en secado y cocción de los paneles sandwich para la 45 obtención del producto final ya que estas operaciones son comunes a las empleadas en el estado actual de la técnica de fabricación de objetos cerámico.

Aplicaciones

En la figura 7 se ve una representación virtual de panelas autoportantes en un cerramiento interior. El tabique de 6 50 cm de espesor está constituido por dos paneles en U de 1 cm de espesor enfrentados, dejando la parte interior hueca para instalaciones.

Estos paneles, en el caso de fachadas ventiladas, estarán sometidos a peso propio y a cargas externas -viento, 55 vibraciones, etc.-, lo cual exige que pueda verse el nivel de seguridad del diseño. Por otro lado, pueden estar anclados sobre bastidor. La fiabilidad del diseño consiste en establecer umbrales de resistencia frente al fallo; vale decir, condiciones de diseño para las cuales la probabilidad de fallo sea nula o despreciable. Para determinar los umbrales de resistencia se utilizan diversos modelos de cálculo.

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Paneles cerámicos laminados de gran formato, ligeros y autoportantes de estructura tipo sándwich, **caracterizados** por estar formados por 3, 5 o 7 capas cerámicas de entre 2 y 5 milímetros de espesor interlazadas o unidas entre sí por unas interfases constituidas cada una, a su vez, por tres películas de fino espesor.

10 2. Paneles cerámicos laminados según la reivindicación 1, **caracterizados** porque las capas que configuran su estructura tipo sandwich están constituidas fundamentalmente por materiales tipo arcillas rojas cerámicas o materiales de gres porcelánico, a los que se le incorporan agentes reforzantes, agentes de porosidad y agentes de polimerización.

15 3. Paneles cerámicos laminados según las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizados** porque los agentes de reforzamiento, consisten en partículas coloidales de sílice de níquel o de cromo y/o partículas vitrocerámicas de bajo coeficiente de dilatación o micro fibras, en concentraciones entre un 5% y un 10%.

20 4. Paneles cerámicos laminados según las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizados** porque los agentes de porosidad son féculas de trigo o de maíz o bolas huecas de vidrio, o arcilla expandida o partículas de plástico o por partículas de fibras de celulosa o mezclas de ellos, en concentraciones entre un 5% y un 20%.

25 5. Paneles cerámicos laminados según las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizados** por presentar en su composición agentes de polimerización a base de acrilamida y poli(acrilamida) o sus derivados o por foto polímeros a base de acrilatos, epoxiacrilatos, uretanoacrilatos y poli ésteres o mezclas de ellos, en concentraciones inferiores a un 5%.

30 6. Paneles cerámicos laminados según las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizados** porque, la adición de los agentes de porosidad, añadidos según la reivindicación 4, se hace en distinta proporción en las capas cerámicas de tal forma que éstas presenten una variación gradual de la porosidad, y sea la capa central sea la más porosa y las dos capas externas presenten una densidad máxima o mínima porosidad.

35 7. Paneles cerámicos laminados, según la reivindicación 1, **caracterizados** porque cada una de las interfases existentes entre las capas cerámicas, están constituidas por tres películas muy finas de 100 a 3900 μm , donde las dos exteriores son de naturaleza y composición idénticas y de naturaleza y composición diferente que la interior.

40 8. Paneles cerámicos laminados, según la reivindicación 1 y 7, **caracterizados** porque las finas películas exteriores de la interfase tunelada están formadas por materiales metalcerámicos que contienen, preferentemente, nanopartículas (inferiores a 0,1 micras) de metales de níquel y cromo.

45 9. Paneles cerámicos laminados, según la reivindicación 1 y 7, **caracterizados** porque las finas películas exteriores de la interfase tunelada están formadas por materiales vitrocerámicos de β -eucryptita, mullita.

50 10. Paneles cerámicos laminados, según la reivindicación 1 y 7, **caracterizados** porque las finas películas exteriores de la interfase tunelada están formadas por materiales de bajo coeficiente de dilatación como cordieritas.

55 11. Paneles cerámicos laminados, según la reivindicación 1 y 7, **caracterizados** porque las finas películas exteriores de la interfase tunelada están formadas por materiales que aprovechen la transformación tetragonal-monoclínica de la circonita.

60 12. Paneles cerámicos laminados, según la reivindicación 1 y 7, **caracterizados** porque las finas películas interiores de la interfase tunelada están formadas por materiales de alta porosidad.

65 13. Procedimiento para la fabricación de paneles cerámicos laminados según las reivindicaciones 1 a 12 **caracterizado** por comprender las siguientes fases:

- Preparación de las masas conforme a las composiciones requeridas.
- Deposición sobre una o sucesivas cintas transportadoras de las masas que formarán las sucesivas capas del sándwich, previamente preformadas mediante mesas vibratorias o extrusión, sometiendo posteriormente dichas preformas a procesos de laminación y endurecimiento por radiación (ultravioletas o térmica) o conducción del calor.
- Deposición de las interfases tuneladas correspondientes que se depositan sobre cada capa.
- Laminado final del sándwich.
- Corte a la longitud deseada.
- Operaciones convencionales de secado y cocción y, en su caso, tratamiento de la superficie exterior (capas funcionales).

ES 2 304 888 A1

14. Procedimiento para la fabricación de paneles cerámicos laminados según la reivindicación 13 **caracterizado** porque para la preparación de la masa ésta se premoldean por extrusión de la pasta a través de una boquilla rectangular.

5 15. Procedimiento para la fabricación de paneles cerámicos laminados según la reivindicación 13 **caracterizado** porque para la preparación de la masa ésta se premoldean por colado o drenaje sobre una plataforma vibratoria.

10 16. Procedimiento para la fabricación de paneles cerámicos laminados según la reivindicación 13 y la 14 o la 15 **caracterizado** porque las preformas de planchas cerámicas son moldeadas posteriormente por rodillos de laminación a presión en caliente para obtener la forma y el espesor deseado.

17. Procedimiento para la fabricación de paneles cerámicos laminados según la reivindicación 13, la 14 o la 15 y la 16 **caracterizado** porque entre las planchas cerámicas laminadas se depositan interfases tuneladas formadas por tres películas de pequeño espesor y de diferente composición.

15 18. Aplicación de los paneles cerámicos laminados según las reivindicaciones 1 a 11 **caracterizado** porque con ellos se construyen cerramientos interiores, en el que los tabiques de 6 cm de espesor está constituido por dos paneles en U de 1 cm de espesor enfrentados, dejando la parte interior hueca para instalaciones.

20 19. Aplicación de los paneles cerámicos laminados según las reivindicaciones 1 a 11 **caracterizado** porque con ellos se construyen fachadas ventiladas.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

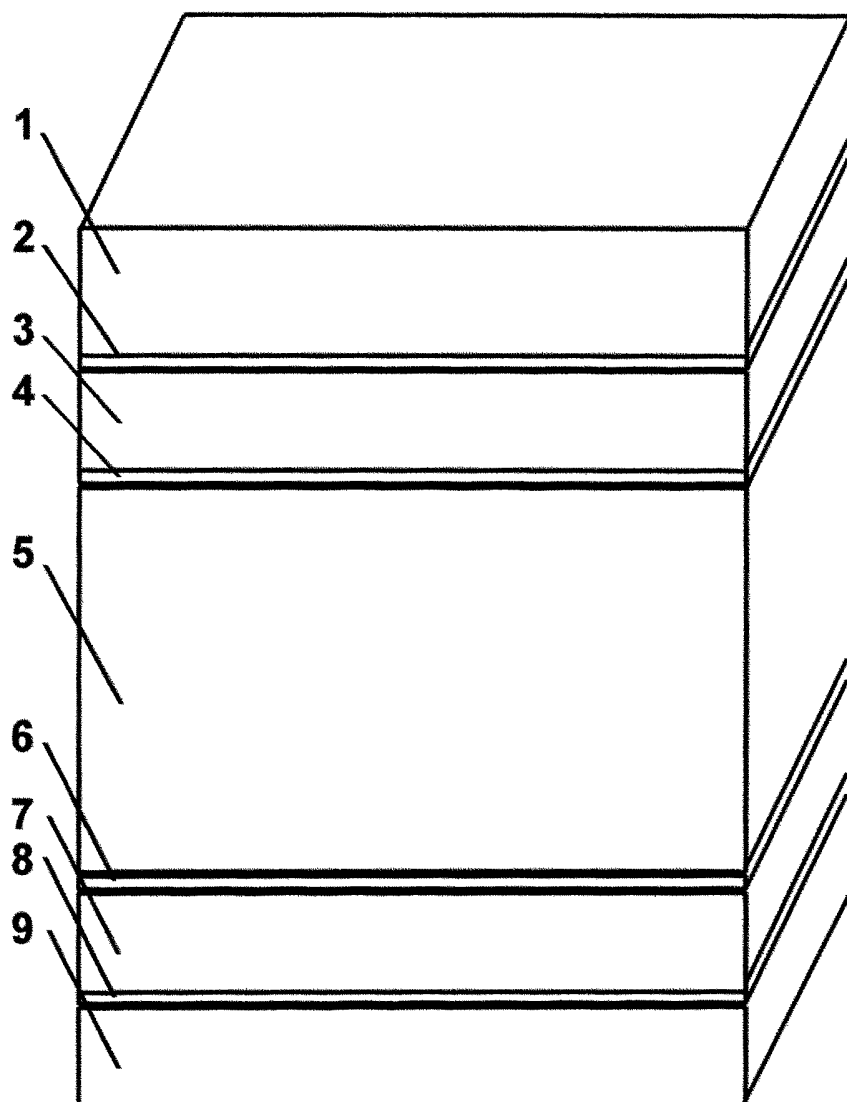


Figura 1

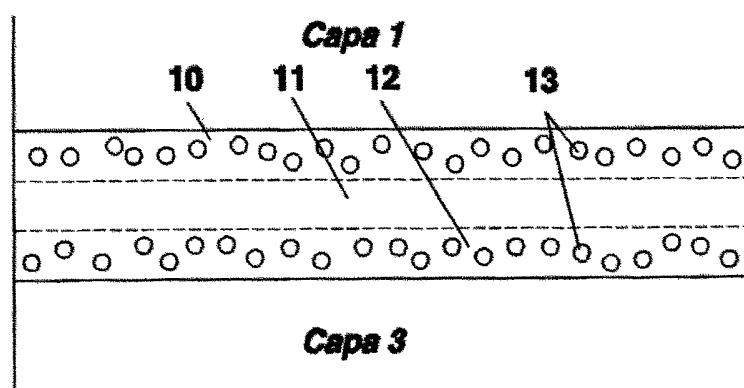


Figura 2

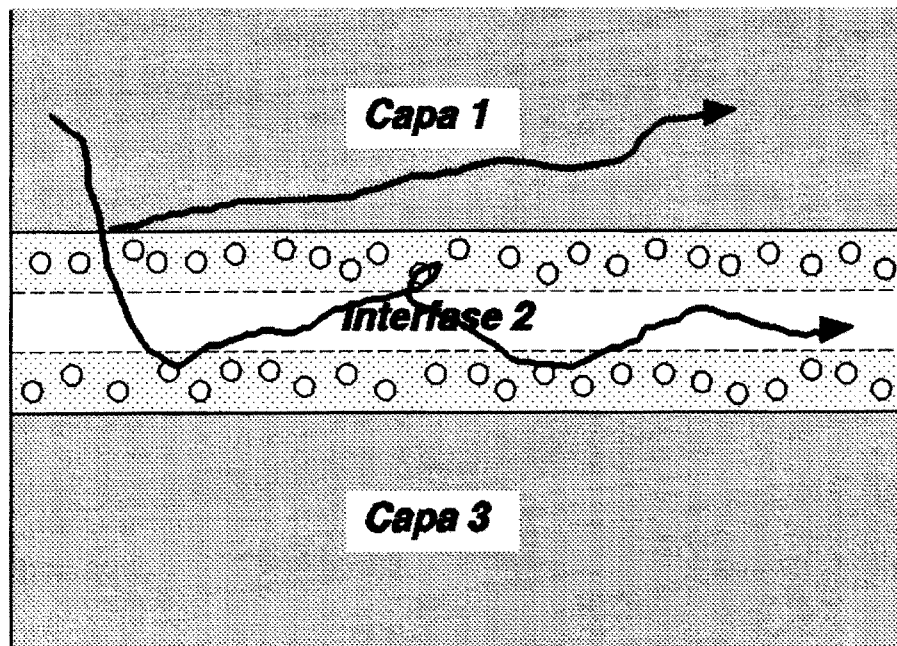
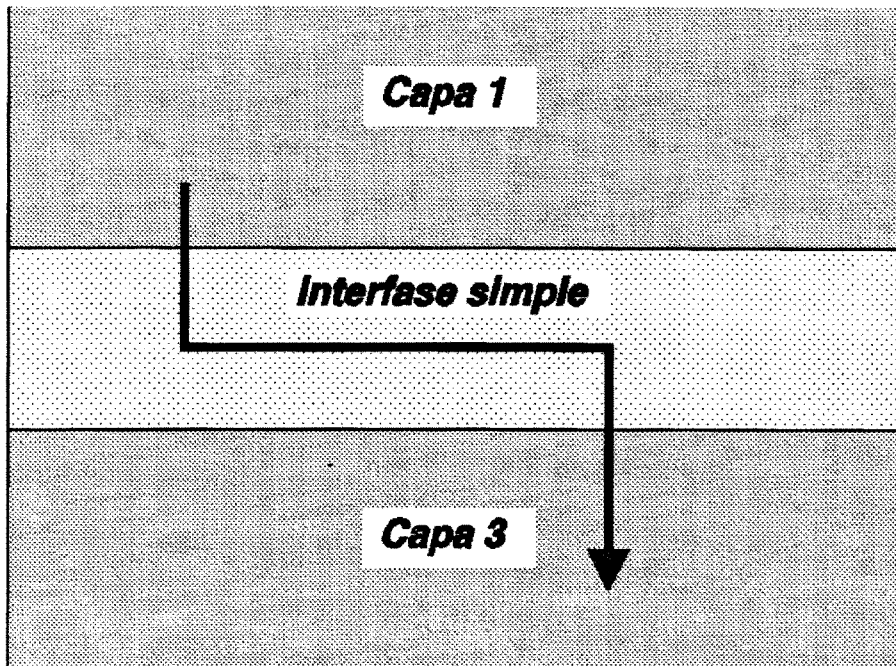


Figura 3

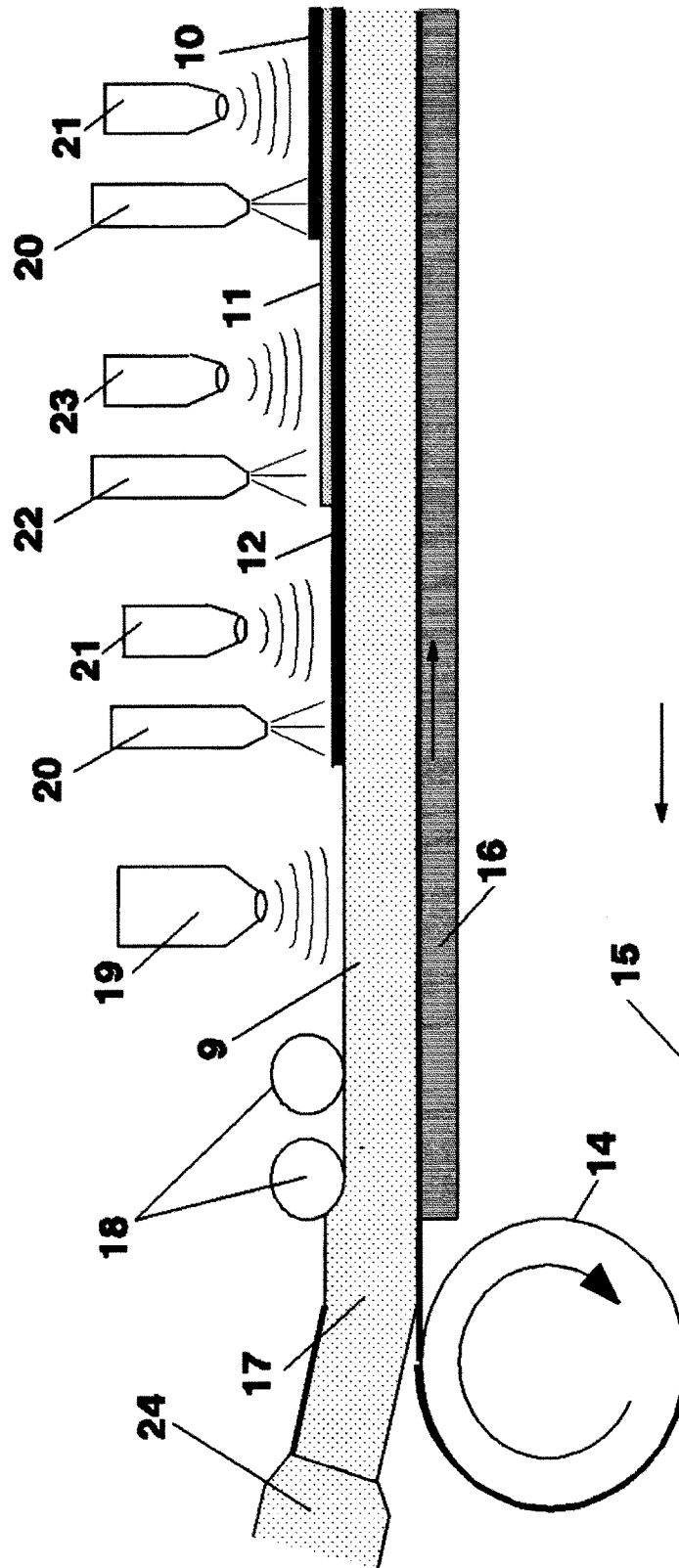


Figura 4

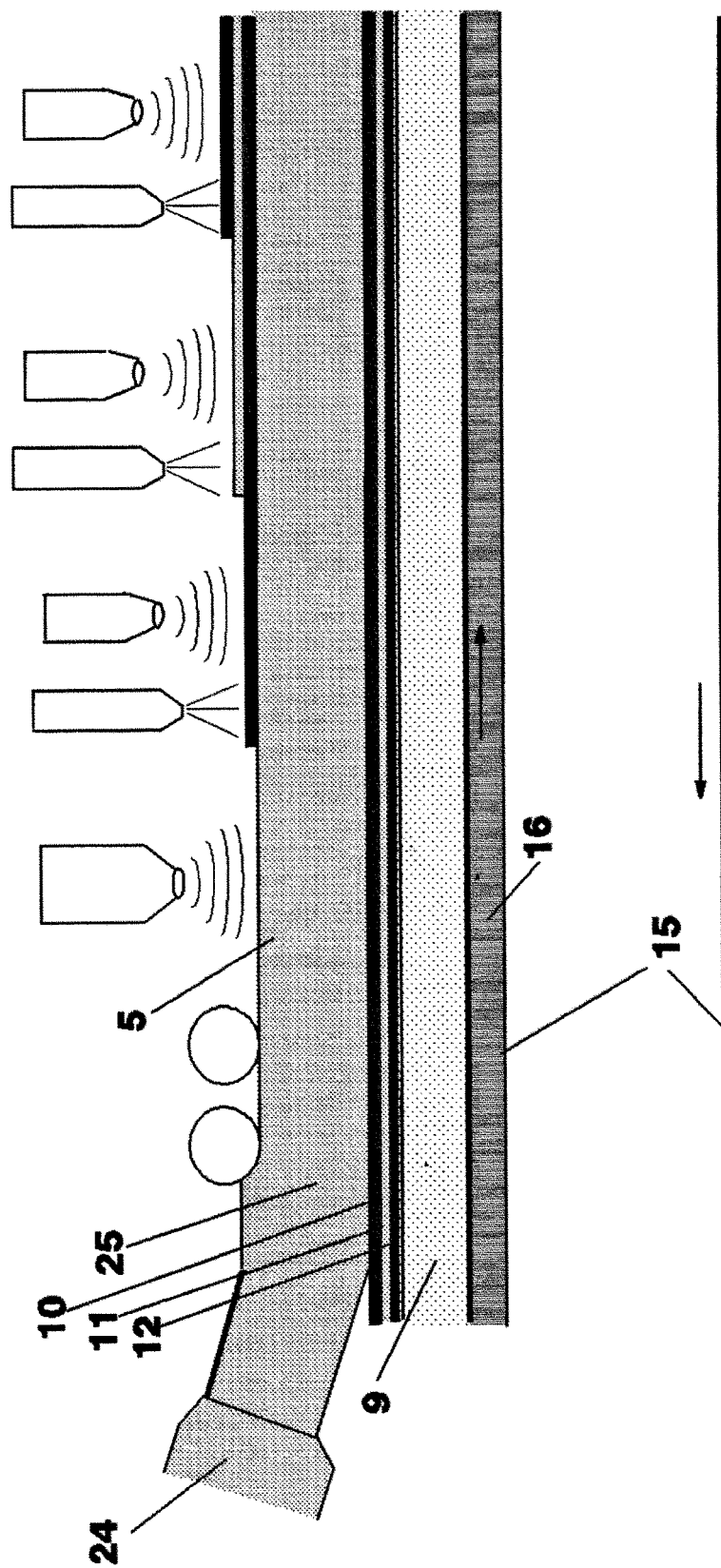


Figura 5

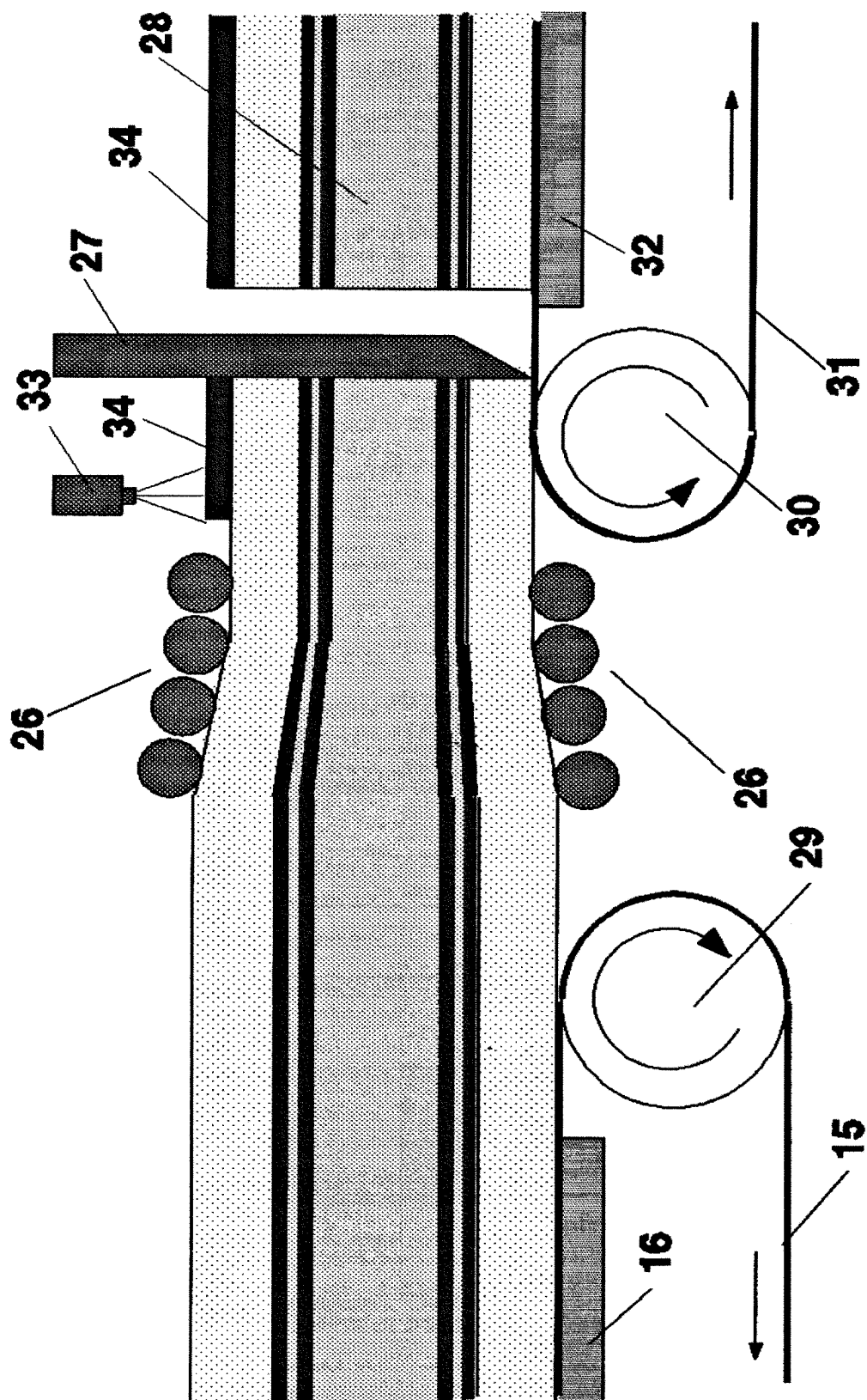


Figura 6

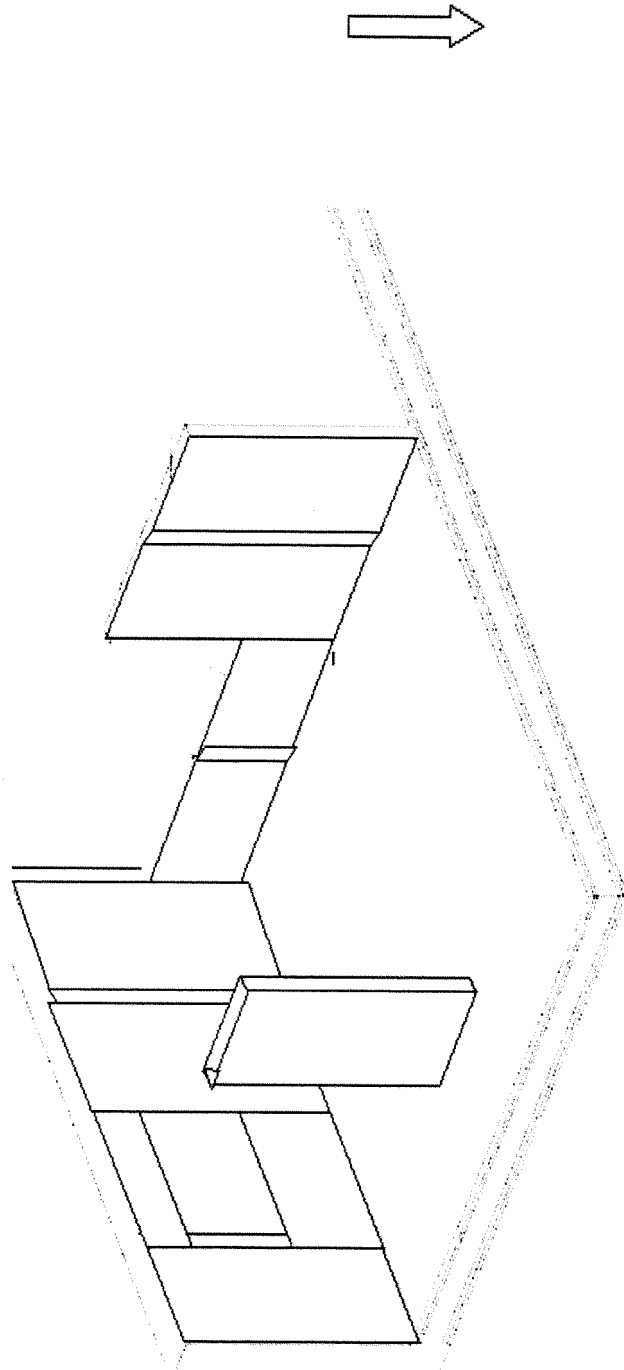


Figura 7



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 304 888

② Nº de solicitud: 200700992

③ Fecha de presentación de la solicitud: 13.04.2007

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	JP 2005139796 A (INAX CORP) 02.06.2005, párrafos [9-48]; figuras.	1,2
A	RU 2194133 C1 (FIBROBETON AOZT) 10.12.2002, resumen; figuras.	1,2,13,18
A	ES 2238238 T3 (EUGENIO MORANDI) 01.09.2005, columna 3, línea 28 - columna 7, línea 2; figuras.	13-17
A	JP 5050417 A (DAIKEN TRADE & INDUSTRY) 02.03.1993, párrafos [14-15],[20-28]; figuras.	1-5,13-16, 18,19
A	WO 03076502 A1 (INNOVATIVE CONSTRUCTION AND BU) 18.09.2003, página 6, línea 3 - página 8, línea 3; página 11, línea 17 - página 12, línea 12; página 26, líneas 4-7.	1,2,13,18
A	US 4572861 A (BARRETTO et al.) 25.02.1986, columna 4, líneas 18-40; columna 6, línea 53 - columna 7, línea 24; figuras.	1,4,6, 13-15,19
A	DE 4212442 A1 (AUGST ALEXANDRA) 28.10.1993, columna 1, línea 27 - columna 2, línea 14; figuras.	1
A	ES 2251058 T3 (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 16.04.2006, página 2, línea 65 - página 3, línea 36; figura 1.	1,6
A	DE 19543430 A1 (VGT INDUSTRIEKERAMIK GMBH) 28.05.1997, descripción; figuras.	1,6

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe 04.01.2008	Examinador M. Bescós Corral	Página 1/2
--	--------------------------------	---------------

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

B32B 5/18 (2006.01)

B32B 18/00 (2006.01)

E04C 2/04 (2006.01)

B28B 1/30 (2006.01)