

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 498 683**

51 Int. Cl.:

C03B 19/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2009 E 09749946 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.06.2014 EP 2297054**

54 Título: **Método de fabricación de placas cerámicas celulares con estructura asimétrica de células**

30 Prioridad:

23.05.2008 GB 0809441
23.05.2008 US 55733

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.09.2014

73 Titular/es:

PITTSBURGH CORNING EUROPE NV (100.0%)
Albertkade 1
3980 Tessenderlo, BE

72 Inventor/es:

STRAUVEN, HANS

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 498 683 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de fabricación de placas cerámicas celulares con estructura asimétrica de células

Campo de la invención

5 La presente invención está relacionada con unos métodos y un aparato para la producción continua de productos cerámicos celulares (p. ej. placas cerámicas celulares, tal como placas de espuma de vidrio).

Antecedentes técnicos

Hay varios métodos conocidos para la fabricación de materiales cerámicos celulares que implican espumado. Unos ejemplos son:

- 10 a) inserción (incorporación, p. ej. inyección) y distribución mecánica de gases en una masa fundida de viscosidad baja.
- b) Liberación y expansión de gases disueltos en una masa fundida de viscosidad baja en vacío.
- c) Inserción (incorporación) de agentes de espumado en una masa fundida.
- d) Mezcla de polvo de vidrio con un agente de espuma y calentamiento subsiguiente.

15 En el caso del último proceso de espumado de vidrio, el equipo de fabricación comprende típicamente un horno de espumado con una cinta que lleva el polvo y la espuma de vidrio, y un aparato de carga de polvo. El espumado implica el espumado de placas gruesas o delgadas.

20 El documento US2008/0041104 A1 describe un dispositivo para la producción continua de hojas de vidrio espumado de una pieza, por las que el vidrio espumado se espuma a partir de partículas de vidrio y un agente de soplado o de expansión (*blowing agent*) con un tratamiento térmico para producir una banda sin fin de vidrio espumado y, directamente después de espumar, la banda de vidrio espumado se enfría continuamente a la temperatura ambiente. La estructura de vidrio obtenida tiene varios poros.

25 La patente de EE.UU. n° 3.221.853 describe la producción discontinua de losas moldeadas individuales hechas de materiales celulares vítreos con la finalidad de aislamiento. Describe un aparato que permite aumentar la propiedad de aislamiento térmico de un material celular vítreo mediante una primera etapa de comprimir una masa vítrea, una segunda etapa de dilatar térmicamente las células de dicha masa y una tercera etapa de comprimir dicha masa dilatada en una prensa.

Compendio de la invención

30 La presente invención es el resultado de la observación de que al estirar productos cerámicos celulares (como vidrio de espuma) durante la producción se producen cambios en las propiedades físicas del material final, tal como el aislamiento térmico del producto cerámico celular (tal como espuma de vidrio). La adaptación de estas propiedades físicas es por lo tanto posible. Esto es ventajoso ya que permite que las propiedades del vidrio se hagan a medida de las necesidades del cliente (p. ej. el estiramiento baja la conductividad térmica, es decir mejora las propiedades de aislamiento).

35 En un primer aspecto, la presente invención está relacionada con un método para la producción continua de una placa cerámica celular (p. ej. una placa cerámica de una pieza) que comprende:

- a) tratar térmicamente partículas cerámicas y un agente de soplado en un horno de espumado mientras se transportan dichas partículas cerámicas y dicho agente de soplado a una primera velocidad para formar de ese modo una placa cerámica celular, y
- 40 b) recocer dicha placa cerámica celular en un horno lehr de recocido mediante su enfriamiento mientras se la transporta a una segunda velocidad, mayor que dicha primera velocidad, estirando y enfriando de ese modo dicha placa cerámica celular.

45 En una realización del primer aspecto, la presente invención está relacionada con un método en donde antes de la etapa (b), la placa cerámica celular (de una pieza) se transfiere desde dicho horno de espumado a dicho horno lehr de recocido a través de un transportador intermedio a una tercera velocidad mayor o igual a dicha segunda velocidad. Esto es ventajoso ya que permite realizar el estiramiento de la placa cerámica celular en una zona de temperatura relativamente alta sin la necesidad de que el transportador de recocido (segundo transportador) sea resistente a dicha temperatura relativamente alta. El estiramiento a temperaturas relativamente bajas induce más tensiones en la espuma que el estiramiento a temperaturas relativamente altas. Preferiblemente, sólo el transportador intermedio, que puede ser más corto (p. ej. mucho más corto) que el transportador de recocido, se adapta para ser resistente a dicha temperatura relativamente alta. Dado que el recocido requiere un transportador

50 relativamente largo, es económico utilizar un transportador de recocido que no se adapte para ser resistente a

temperaturas relativamente altas (p. ej. cuando se utiliza un transportador intermedio, es suficiente un segundo transportador resistente a una temperatura de hasta 600°C y no hay necesidad de utilizar un segundo transportador resistente a una temperatura de hasta 800°C o 900°C en el horno lehr de recocido largo).

5 En una realización del primer aspecto, la presente invención está relacionada con un método en donde la diferencia entre la segunda velocidad y la primera velocidad puede ser el 25% o menos de la primera velocidad, preferiblemente entre el 1% y el 25%, más preferiblemente entre el 2% y el 20%, lo más preferiblemente entre el 3% y el 15%. El estiramiento en estos intervalos proporciona una mejora en el aislamiento térmico (menores valores k) mientras simultáneamente la cantidad de rotura se mantiene relativamente baja. En general, para disminuir la rotura con altas diferencias de velocidad, es útil una mayor temperatura de estiramiento.

10 En una realización del primer aspecto, la presente invención está relacionada con un método en donde la diferencia entre la tercera y la segunda velocidad está entre el 0% y el 10% (o entre el 1% y el 10%), se prefiere del 0% al 5% (o del 1% al 5%). Es ventajoso algo de pre-estiramiento ya que permite que la placa cerámica celular de una pieza se encoja durante el recocido, de ese modo liberando tensiones y reduciendo la tendencia a la fractura.

15 En una realización del primer aspecto, la presente invención está relacionada con un método en donde el estiramiento está entre el 3% y el 15%. Esto es ventajoso ya es en este intervalo en el que la placa celular cerámica formada tiene simultáneamente una aceptable resistencia a la compresión y mejores propiedades de aislamiento en comparación con una placa cerámica celular de otro modo idéntica y no estirada.

En una realización del primer aspecto, la presente invención está relacionada con un método en donde la placa cerámica celular puede ser una placa de espuma de vidrio.

20 La etapa de espumado puede producir células abiertas o cerrada. Para la finalidad de aislamiento se prefieren las células cerradas. En el caso de vidrio espumado, las células abiertas pueden obtenerse por adición de algo de material cristalino (tal como p. ej. TiO_2) al polvo amorfo de vidrio. Por ejemplo, al añadir alrededor del 1% de TiO_2 durante la molienda (p. ej. en un molino de bolas) del vidrio se puede obtener un 100% de células abiertas en una espuma de vidrio. Cuando se necesitan células cerradas, se evita preferiblemente la adición de TiO_2 o material
25 cristalino similar.

En un segundo aspecto, la presente invención está relacionada con un aparato para la producción continua de una placa cerámica celular que comprende:

- a) un horno de espumado para tratar térmicamente partículas cerámicas y un agente de soplado mientras se transportan a una primera velocidad para formar de ese modo una placa cerámica celular, y
- 30 b) un horno lehr de recocido para recocer dicha placa cerámica celular mediante su enfriamiento mientras se la transporta a una segunda velocidad, mayor que dicha primera velocidad, estirando y enfriando de ese modo dicha placa cerámica celular.

Es decir, el segundo aspecto de la presente invención está relacionado con un aparato para la producción continua de una placa cerámica celular que comprende:

- 35 a) un horno de espumado para tratar térmicamente partículas cerámicas y un agente de soplado, dicho horno de espumado comprende un primer transportador adaptado para transportar a una primera velocidad (es decir velocidad lineal) mientras se calientan dichas partículas cerámicas y dicho agente de soplado para formar una placa cerámica celular, y
- 40 b) un horno lehr de recocido para recocer dicha placa cerámica celular mediante su enfriamiento, dicho horno lehr de recocido está aguas abajo de dicho horno de espumado y comprende un segundo transportador adaptado para transportar dicha placa cerámica celular a una segunda velocidad (es decir velocidad lineal), mayor que dicha primera velocidad.

Con la finalidad de obtener una segunda velocidad lineal mayor que la primera velocidad lineal, pueden proporcionarse unos medios impulsores independientes para dicho primer y dicho segundo transportador.

45 En una realización del segundo aspecto, el aparato comprende además un transportador intermedio antes del segundo transportador para transferir la placa cerámica celular desde dicho primer transportador (p. ej. desde dicho horno de espumado) a dicho segundo transportador (p. ej. dicho horno lehr de recocido). La presencia del transportador intermedio entre dicho primer y segundo transportadores permite el uso de un segundo transportador con menor resistencia térmica que si dicho segundo transportador estuviera directamente adyacente al primer
50 transportador. Esto es particularmente ventajoso en vista de los costes resultantes reducidos por unidad de longitud, que es importante en vista de la longitud relativamente grande del segundo transportador cuando se compara con el transportador intermedio.

En unas realizaciones del segundo aspecto, en las que hay presente un transportador intermedio, este puede adaptarse para transportar a una tercera velocidad lineal mayor o igual a dicha segunda velocidad. Es decir, puede

5 impulsarse a dicha tercera velocidad mayor o igual a dicha segunda velocidad. Esto es ventajoso ya que permite realizar el estiramiento de la placa cerámica celular en una zona de temperatura relativamente alta sin la necesidad de que el transportador de recocido (segundo transportador) sea resistente a temperaturas relativamente altas. Un estiramiento realizado a una temperatura relativamente alta produce menores tensiones que un estiramiento realizado a una temperatura relativamente baja.

Con la finalidad de obtener una tercera velocidad lineal mayor que dicha segunda velocidad lineal, pueden proporcionarse unos medios impulsores independientes para dicho tercer transportador.

10 En unas realizaciones del segundo aspecto de la presente invención, el primer y el segundo transportador pueden adaptarse para ser impulsados de tal manera que la diferencia entre la segunda velocidad y la primera velocidad sea del 25% o menos de la primera velocidad, preferiblemente entre el 1% y el 25%, más preferiblemente entre el 2% y el 20%, lo más preferiblemente entre el 3% y el 15%. Es decir, el primer y el segundo transportador pueden ser impulsados de tal manera que la diferencia entre la segunda velocidad y la primera velocidad sea del 25% o menos, preferiblemente entre el 1% y el 25%. En algunas realizaciones esta diferencia puede estar entre el 5% y el 25%.

15 En unas realizaciones del segundo aspecto en las que está presente un transportador intermedio, la diferencia entre la tercera y la segunda velocidad puede ser entre el 0% y el 10%, se prefiere entre el 0% y el 5%.

En unas realizaciones del segundo aspecto de la presente invención, el primer transportador puede adaptarse para ser resistente a una temperatura más alta que el segundo transportador. Esto es ventajoso ya que la temperatura en la zona de espumado es más alta que la temperatura en la zona de recocido.

20 En unas realizaciones del segundo aspecto de la presente invención, el primer transportador puede adaptarse para ser resistente a una temperatura de hasta 800°C, preferiblemente hasta 900°C y el segundo transportador puede adaptarse para ser resistente a una temperatura de hasta 600°C. Estas temperaturas son temperaturas máximas típicas para la etapa de espumado y de recocido respectivamente.

25 En unas realizaciones del segundo aspecto de la presente invención, el transportador intermedio puede comprender unos rodillos. La distancia preferida entre dos rodillos puede variar en función de muchos parámetros y preferiblemente se establece mediante prueba y error. Típicamente, esta distancia puede ser de 0,2 m a 1,5 m. En alguna realización, la distancia entre dos rodillos puede ser de 0,2 a 0,4 m. En otras realizaciones, la distancia entre dos rodillos puede ser por lo menos 0,8 m y menos de 1,5 m.

30 Esto es ventajoso porque dentro de este intervalo, la distancia es suficientemente grande como para reducir el número de rodillos y por lo tanto el número de zonas de rozamiento entre la placa cerámica celular y los transportadores. Este rozamiento produce polvo. Para distancias más grandes entre los rodillos, el riesgo de atasco en caso de rotura de la placa cerámica celular llega a ser significativamente mayor. Un transportador de rodillos es ventajoso porque es más fácil de construir que los transportadores de cinta y lleva a menos atascos de las placas cerámicas celulares rotas cuando se utiliza a temperatura relativamente alta (para el vidrio de espuma, esto es especialmente cierto por encima de 450°C).

35 En unas realizaciones del segundo aspecto de la presente invención, el transportador intermedio puede situarse al principio del horno lehr de recocido o en un horno lehr intermedio situado entre el horno de espumado y el horno lehr de recocido.

40 Es ventajoso adaptar el aparato de tal manera que substancialmente no exista un gradiente de temperatura (p. ej. por lo menos perpendicularmente a la dirección de transporte) en la zona del aparato en la que se produce el estiramiento (p. ej. entre el primer y el segundo transportador si no está presente un (tercer) transportador intermedio o entre el primer y el (tercer) transportador intermedio si hay presente un transportador intermedio). De esta manera, se minimiza la fractura de la placa cerámica celular durante y después de la producción.

45 En unas realizaciones del segundo aspecto de la presente invención en las que hay presente un transportador intermedio, el (tercer) transportador intermedio puede ser resistente a temperaturas en el intervalo 600°C - 800°C, preferiblemente en el intervalo 600°C - 900°C.

Esto es ventajoso ya que la presencia de un (tercer) transportador intermedio asegura una transición más fiable entre el primer transportador y el segundo transportador.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 muestra esquemáticamente un aparato según una realización de la presente invención.

50 Descripción de las realizaciones ilustrativas

Definiciones:

Los tipos de "Cerámicas Celulares" incluyen, pero no se limitan a, espumas de carbono, espumas de vidrio y hormigón celular. Las espumas de vidrio tienen una combinación de calidades extraordinarias que incluyen la

rigidez, la resistencia a la compresión, el aislamiento térmico, la no inflamabilidad, la inercia química, la resistencia al agua/vapor, la resistencia de insectos/roedores y son generalmente ligeros. Las espumas de vidrio generalmente se forman por la acción de un agente generador de gas (p. ej. un agente de espumado), que se mezcla con vidrio esmerilado (es decir, partículas de vidrio). Esta mezcla se calienta a una temperatura en la que la evolución del gas desde el agente de espumado se produce dentro del vidrio ablandado. El gas evolucionado crea unas burbujas que forman las células (p. ej. poros) en la espuma final de vidrio. La cerámica celular según la presente invención tiene preferiblemente una densidad que va del 2% al 45%, preferiblemente del 3% al 25%, más preferiblemente del 4% al 10%, de la densidad de la cerámica plana correspondiente (no celular). En el caso de vidrio de espuma, la densidad del vidrio obtenido va preferiblemente de 50 a 1000 kg/m³, preferiblemente de 75 a 600 Kg/m³, más preferiblemente de 90 a 250 kg/m³ o de 100 a 250 kg/m³.

Tal como se emplea en esta memoria y a menos que se proporcione de otro modo, el término "placa", cuando se relaciona por ejemplo con placas cerámicas celulares, está relacionado con un objeto tridimensional, más ancho que grueso y de cualquier longitud. En el contexto del primer aspecto de la presente invención, el término "placa" se refiere a una placa continua de una pieza hasta que se corta después o al final de la etapa de recocido. El término "placa", tal como se emplea en el contexto del tercer aspecto de la presente invención, se refiere a dicha placa continua de una pieza o a una placa más corta que se obtiene después del corte transversal de dicha placa continua.

Tal como se emplea en esta memoria y a menos que se proporcione de otro modo, el término "que resiste", cuando se relaciona con una temperatura aplicada a un transportador, significa que el transportador no se deforma substancialmente cuando se expone a dicha temperatura durante un período prolongado. Por ejemplo cuando el transportador es una cinta transportadora, el alargamiento de la cinta preferiblemente no debe ser más del 1% en un período de 120 días a dicha temperatura.

El término horno de espumado, tal como se utiliza para describir la presente invención, significa un horno en el que se produce cerámica celular (p. ej. vidrio espumado).

En un primer aspecto, la presente invención está relacionada con un método para la producción continua de una placa cerámica celular (de una pieza). Por producción continua, se entiende la producción de una placa cerámica celular (continua) de una pieza, a diferencia de los métodos de producción por lotes tal como p. ej. moldeo. En los procesos de producción continua según el primer aspecto de la presente invención, se produce una única pieza de placa cerámica celular que se corta en placas de longitud bien definida al final de la etapa de recocido o después de la etapa de recocido.

En unas realizaciones de la presente invención, dicho método comprende las etapas de: (a) tratar térmicamente partículas cerámicas y un agente de soplado en un horno de espumado, formando de ese modo una placa cerámica celular, y (b) recocer dicha placa cerámica celular en un horno lehr de recocido mediante su enfriamiento. En una realización preferida, la placa cerámica celular es una placa de espuma de vidrio.

En una realización, el tratamiento térmico puede calentar las partículas cerámicas y el agente de soplado a una temperatura suficientemente alta como para inducir la formación de un material cerámico celular. Esta temperatura puede, por ejemplo, estar comprendida entre 650 y 850°C en el caso de espuma de vidrio, se prefiere de 700 a 800°C. Las partículas cerámicas pueden tener cualquier forma, tamaño o relación de aspecto conocidos en la técnica para permitir la producción de cuerpos cerámicos celulares. El área superficial específica de las partículas cerámicas es preferiblemente de 0,5 m²/g a 1 m²/g medido mediante análisis de Brunauer Emmett Teller (BET). Los agentes de soplado utilizables en unas realizaciones del primer aspecto de la presente invención comprenden cualquier agente de soplado conocido en la técnica que permita la producción de cuerpos cerámicos celulares. Pueden comprender, pero no se limitan a, negro de carbón y carbonatos (por ejemplo carbonato de calcio o carbonato de sodio). La proporción de agente de soplado a partículas cerámicas puede ser cualquier proporción conocida en la técnica que permita la producción de cuerpos cerámicos celulares. Preferiblemente, está entre el 0,1% y el 2%. Para el negro de carbón, es preferiblemente del 0,2% al 0,6% y, particularmente, preferiblemente del 0,3% al 0,5%. Para carbonatos, es preferiblemente entre el 0,7% y el 1,3%, preferiblemente del 0,8% al 1,2%.

En unas realizaciones de la presente invención, la etapa de recocido puede ser una disminución lenta de temperatura según un perfil prescrito de temperatura.

Aunque esto no sea el objeto de la presente invención, el perfil de temperatura del proceso entero de espumado y recocido tiene una influencia en la aparición de defectos en el producto de vidrio espumado obtenido a través de un procedimiento de estiramiento como se describe en la presente memoria. El ajuste fino de este perfil de temperatura es una cuestión de prueba y error y se encuentra dentro de las habilidades del experto en la técnica sin un esfuerzo experimental indebido. En general, la finalidad de estos perfiles de temperatura es la relajación con un gradiente de temperatura más pequeño para reducir el esfuerzo residual. También es ventajoso tener unas transiciones uniformes de temperatura entre las diferentes secciones del aparato.

En una realización preferida del primer aspecto de la presente invención, la etapa (a) se realiza mientras se transportan dichas partículas cerámicas y dicho agente de soplado a una primera velocidad, formando de ese modo

una placa cerámica y la etapa (b) se realiza mientras dicha placa celular obtenida en (a) se transporta a una segunda velocidad, mayor que dicha primera velocidad, estirando de ese modo dicha placa celular. La primera velocidad puede, por ejemplo, ir de 1 a 100 cm/min, dependiendo del material cerámico espumado y el grosor de placa a producir. Por ejemplo puede ir de 1 a 15 cm/min en algunas realizaciones. En unas realizaciones de la presente invención, el uso de un primer transportador que transporta la espuma a una primera velocidad en la zona de espumado y el uso de un segundo transportador en la zona de recocido que transporta la espuma a una segunda velocidad mayor que dicha primera velocidad, permite que la espuma cerámica celular, p. ej. la espuma de vidrio, sea estirada.

En una realización de la presente invención, la velocidad del segundo transportador, es decir la velocidad del transportador de recocido, es mayor que la velocidad del transportador de espumado (es decir el primer transportador). Especialmente durante el comienzo de producción (p. ej. cuando la producción se ha interrumpido y deba reiniciarse), es muy ventajoso tener una segunda velocidad claramente más alta (p. ej. entre el 3% y el 20% más alta, preferiblemente entre el 4% y el 20% más alta, más preferiblemente del 7% al 20% más alta, por ejemplo el 8% o más alta) de transportador en el horno lehr que en el primer transportador en la zona de espumado. Después del comienzo de la producción, la segunda velocidad de transportador puede reducirse para ser, por ejemplo, alrededor del 3%. La diferencia entre la primera velocidad y la segunda velocidad es preferiblemente el 25% o menos, más preferiblemente del 3% al 25% o del 5% al 25%. Como ejemplo, se ha mostrado que el estiramiento de una cadena continua de espuma de vidrio durante la producción en hasta un 20%, p. ej. hasta un 10%, reduce el valor k y disminuye la resistencia a la compresión. En unas realizaciones de la presente invención, el estiramiento preferido está entre el 3% y el 25% (p. ej. entre el 5% y el 25%).

En una realización de la presente invención, el estiramiento de la espuma se obtiene utilizando transportadores separados para el espumado y para el recocido del vidrio espumado.

En una realización del primer aspecto de la presente invención, antes de la etapa (b) y después de la etapa (a), la placa celular se transfiere desde dicho horno de espumado a dicho horno lehr de recocido a través de un transportador intermedio. Preferiblemente, dicho transportador intermedio transporta a una tercera velocidad mayor o igual a dicha segunda velocidad. Preferiblemente, la diferencia entre la tercera velocidad y la segunda velocidad está entre el 0% y el 10% de la segunda velocidad. En otra realización de la presente invención, el transportador intermedio (p.ej. los rodillos del transportador intermedio cuando comprende rodillos) puede acoplarse con el segundo transportador de tal manera que la velocidad lineal del transportador intermedio iguale a la del segundo transportador. Como resultado, el estiramiento se produce entre el primer transportador (p. ej. una cinta de espumado) y el transportador intermedio (p. ej. el primer rodillo del transportador intermedio), en el que la temperatura es más alta. Como característica opcional, entre el transportador primero y el intermedio se realiza un pre-estiramiento de la espuma utilizando una velocidad para el transportador intermedio de hasta un valor de poco % de la segunda velocidad más alta (p. ej. entre el 1% y el 10%, por ejemplo el 5%) que el valor en el horno lehr de recocido. Esto permite a la espuma encogerse en el horno lehr y el estiramiento final es el estiramiento debido a la diferencia de velocidad entre el primer transportador y el segundo transportador. El encogimiento del material celular cerámico en el horno lehr reduce la tensión y la rotura.

Para todas las realizaciones del primer aspecto de la presente invención, se prefiere que la distribución de temperatura en la anchura de la placa cerámica celular sea tan uniforme como sea posible en la zona en la que se produce el estiramiento. En unas realizaciones, la distribución de temperatura en la anchura de la placa cerámica celular abarca 20°C o menos en la zona en la que se produce el estiramiento. Esto puede obtenerse, por ejemplo, aislando dicha zona del resto del aparato (evitando corrientes (p. ej. corrientes de aire y gas de humeo)) y/o adaptando la posición de los calentadores con un control individual de temperatura. En una realización, la zona en la que se produce el estiramiento (p. ej. la zona entre el primer transportador y el transportador intermedio) se adapta para experimentar un mínimo local de corrientes. Esto significa que las zonas situadas directamente aguas arriba o aguas abajo de dicha zona en la que se produce el estiramiento experimentan más corrientes que dicha zona en la que se produce el estiramiento.

En un segundo aspecto, la presente invención está relacionada con un aparato para la producción continua de una placa cerámica celular. Este aparato se adapta para realizar las etapas del método del primer aspecto. El aparato de la presente invención comprende un horno de espumado y un horno lehr de recocido. El horno de espumado es adecuado para tratar térmicamente las partículas cerámicas y un agente de soplado. La temperatura de tratamiento puede variar dependiendo de la naturaleza de las partículas utilizadas. Por ejemplo en el caso de partículas de vidrio puede estar entre 600°C y 950°C y preferiblemente está entre 650°C y 800°C durante la mayor parte del proceso de espumado. El horno lehr de recocido es adecuado para recocer la placa cerámica celular mediante su enfriamiento de una manera controlada. El horno lehr de recocido está aguas abajo del horno de espumado. El aparato también comprende por lo menos dos transportadores: un primer transportador y un segundo transportador. El transportador utilizado para el espumado se denominará en adelante el primer transportador. El primer transportador se sitúa en la zona de espumado (p. ej. está comprendido en dicho horno de espumado). Un transportador adecuado para esta finalidad es una cinta metálica sin fin con agujeros rellenos de un material cerámico adecuado. El transportador utilizado para el recocido se denominará en adelante el segundo transportador. El segundo transportador está comprendido en el horno lehr de recocido. Un transportador adecuado para el horno lehr de recocido puede ser por ejemplo una cinta o unos rodillos.

La longitud del transportador de espumado puede ser por ejemplo (en el caso de espumado de vidrio) de 35 a 75 m, por ejemplo de 45 a 55 m. La longitud del transportador de recocido puede ser por ejemplo (en el caso de espumado de vidrio) de 150 a 300 m, preferiblemente de 200 a 280 m. En general, estas dimensiones pueden hacerse más pequeñas o más grandes al disminuir o aumentar respectivamente la velocidad de transporte. Por lo tanto son utilizables unas dimensiones mucho más pequeñas (véase el ejemplo más adelante en una línea de pilotaje de tamaño) o más grandes. En unas realizaciones de la presente invención, la relación entre la longitud del segundo transportador y la longitud del primer transportador es de 2 a 8.

En una realización preferida del segundo aspecto de la presente invención, el primer transportador se adapta para transportar a una primera velocidad mientras el segundo transportador se adapta para transportar a una segunda velocidad, mayor que dicha primera velocidad. Preferiblemente, el primer transportador y el segundo transportador se adaptan para ser impulsados de tal manera que la diferencia entre la segunda velocidad y la primera velocidad es el 25% o menos de la primera velocidad, más preferiblemente del 1% al 25% y lo más preferiblemente del 3% al 5%. En unas realizaciones, esta diferencia puede ser del 5% al 25%. En unas realizaciones de la presente invención, el estiramiento implica una velocidad más alta para el segundo transportador que para el primer transportador y por lo tanto un horno lehr más largo que cuando no hay estiramiento. Si se necesita un estiramiento del 20%, preferiblemente se utiliza un segundo transportador un 20% más largo. Es decir, la longitud del transportador es preferiblemente proporcional al estiramiento necesario.

En una realización del segundo aspecto de la presente invención, el primer transportador se adapta preferiblemente para ser resistente a temperaturas más altas que dicho segundo transportador. Más preferiblemente, el primer transportador se adapta para ser resistente a una temperatura de hasta 800°C o incluso 900°C o 950°C. Un primer transportador adecuado puede ser por ejemplo una cinta metálica de malla rellena con una cerámica adecuada (p. ej. una cerámica resistente a dicha temperatura sin encogerse substancialmente). Más preferiblemente, el segundo transportador es resistente a temperaturas más altas de hasta p. ej. 800°C, preferiblemente 900°C si no se utiliza un transportador intermedio entre el primer transportador y el segundo transportador y a una temperatura más baja (por ejemplo hasta 600°C) si se utiliza un transportador intermedio entre el primer transportador y el segundo transportador. En una realización en donde se utiliza un transportador intermedio, el segundo transportador puede adaptarse para ser resistente a una temperatura de hasta 600°C.

Al ser el segundo transportador relativamente largo y la temperatura al final de la zona de espumado (es decir horno de espumado) ser relativamente alta (hasta 800°C o incluso hasta 900°C o 950°C en el caso de placas de espuma de vidrio), es ventajoso tener un transportador intermedio entre la zona de espumado y el transportador de recocido, que es resistente a una temperatura relativamente alta (p. ej. en el intervalo 600°C - 800°C). Por tanto, en algunas realizaciones de la presente invención, es ventajoso utilizar uno o más transportadores intermedios entre el primer transportador y el segundo transportador. En unas realizaciones del segundo aspecto de la presente invención, el aparato comprende además por lo menos un tercer transportador (también denominado como transportadores intermedios en el resto del texto). Preferiblemente se utiliza un solo transportador intermedio y aunque el resto de la descripción se referirá a un solo transportador intermedio, se aplica, cambiando lo que haya que cambiar, a múltiples transportadores intermedios. La presencia de este transportador intermedio permite el uso de un segundo transportador menos resistente a la temperatura y por lo tanto más barato (p. ej. uno único resistente a temperaturas de hasta 600°C en el caso de producción de placas de espuma de vidrio). Esto es particularmente ventajoso en vista de la longitud relativamente larga y por lo tanto alto coste del segundo transportador. Dicho transportador intermedio se adapta preferiblemente para transportar a una tercera velocidad igual o mayor que la segunda velocidad. En una realización de la presente invención, en el transportador intermedio (por ejemplo en los rodillos del transportador intermedio) se proporciona un sistema impulsor independiente. Como resultado, el equipo es capaz de generar una velocidad lineal diferente para el transportador intermedio que para el primer o el segundo transportador. Más preferiblemente, la diferencia entre la tercera y la segunda velocidad está entre el 0% y el 10%, preferiblemente entre el 0% y el 5%. En una realización preferida de la presente invención, cuando entre el primer y el segundo transportador se utiliza un transportador intermedio que comprende unos rodillos, los rodillos pueden ser impulsados a tal velocidad que la velocidad de transporte del transportador intermedio sea igual o hasta el 10%, preferiblemente el 5% más rápida que la velocidad de transporte del segundo transportador. Preferiblemente, el transportador intermedio es resistente a temperaturas en el intervalo 600°C - 800°C, es decir hasta 800°C, más preferiblemente hasta 850°C. La longitud del transportador intermedio puede ser por ejemplo del 2% al 30% de la longitud del segundo transportador, siendo preferiblemente del 3% al 20% de la longitud del segundo transportador. El transportador intermedio comprende preferiblemente unos rodillos. Esto es ventajoso ya que es más fácil y más barato de construir y la rotura es menos probable con rodillos cuando la cerámica (por ejemplo vidrio) está a una temperatura suficientemente alta como para ser viscoelástica. La distancia preferida entre dos rodillos se determina mejor por prueba y error ya que depende de muchos parámetros. Típicamente puede ir de 0,2 a 1,2 m. Una distancia preferida es de 0,2 a 0,4 m, en algunas realizaciones 0,6 m o se utilizan más y menos de 1,5 m. En otras realizaciones, puede utilizarse 0,8 m o más y menos de 1,2 m. En todavía otras realizaciones, puede utilizarse entre 0,9 y 1,2 m. En algunas realizaciones, se ha encontrado que un valor útil es 0,3 m. En otras realizaciones, se ha encontrado que un valor útil es 1 m. El (tercer) transportador intermedio se coloca antes (es decir aguas arriba) del segundo transportador. Preferiblemente se sitúa al principio del horno lehr de recocido o en un horno lehr intermedio situado entre la zona/horno de espumado y el horno lehr de recocido. Dicho transportador intermedio es adecuado para transferir una placa cerámica celular desde el horno de espumado al horno lehr de recocido. En una realización

de la presente invención, preferentemente se evitan los gradientes transversales de temperatura (diferencias de temperatura a través de la placa) en los que se produce estiramiento. Preferiblemente, el gradiente transversal de temperatura (diferencia de temperatura a través de la placa) en el que se produce estiramiento es de 20°C o menos. Esto puede lograrse por ejemplo instalando unos calentadores con control independiente de temperatura en los lugares apropiados.

La presente descripción describe además unas placas cerámicas celulares que tienen una estructura celular, por la que las células son asimétricas. La placa obtenida en el método del primer aspecto es una placa continua de una pieza que puede cortarse con cualquier dimensión deseada después o al final de la etapa de recocido. Debido al estiramiento, las propiedades en el material final son diferentes a las de las placas no estiradas. La dimensión y la forma de las células dentro de una placa cerámica celular (p. ej. una placa de espuma de vidrio) estirada según una realización de la presente invención son de la siguiente manera: el diámetro medio de las células es preferiblemente de menos de 1 mm y la forma de célula será de promedio asimétrica con una dimensión más grande que otra. Preferiblemente, una dimensión es más grande que otra en un factor en el tiempo de tránsito ultrasónico comprendido entre 1,2 y 1,6, preferiblemente entre 1,3 y 1,5, p. ej. aproximadamente 1,4.

La presente descripción describe además unas placas cerámicas celulares obtenibles por cualquiera de los métodos del primer aspecto de la presente invención.

Ejemplos:

Ejemplo 1: línea de pilotaje

Se produjo una placa de espuma de vidrio según el primer aspecto de la presente invención. Para este ejemplo, se produjeron varias placas de espuma de vidrio con un aparato que comprendía un aparato de carga de polvo, un horno de espumado que incluía un primer transportador, una zona intermedia que incluía un (tercer) transportador intermedio y un horno lehr de recocido que incluía un segundo transportador. El polvo de vidrio se aplicó en el transportador de espumado en una cantidad de 8000 cm²/g. El horno de espumado tenía 10 m de longitud. El primer transportador era una cinta de acero refractario hermética al polvo rellena de un material cerámico térmicamente estable. Su velocidad lineal fue alrededor de 3 cm/min. La temperatura en el horno de espumado era entre 650 y 670°C al principio del horno y entre 750 y 770°C al final del horno. El (tercer) transportador intermedio era un conjunto de rodillos refrigerados por agua. La temperatura en la zona intermedia era entre 650 y 680°C al principio de la zona intermedia y alcanzó un máximo de 800°C entre el principio y el final de la zona y era alrededor de 700°C al final de la zona intermedia. La longitud del transportador intermedio era de 1 metro. Sus rodillos fueron impulsados a una velocidad de aproximadamente un 5% mayor que la velocidad del segundo transportador. El segundo transportador era otro conjunto de rodillos (el uso de una cinta también habría sido adecuado) y la temperatura en el horno lehr de recocido fue aproximadamente de 600°C al principio del horno lehr bajando a la temperatura ambiente (20-40°C) al final del horno lehr. Su longitud era aproximadamente de 22 m. El segundo transportador tenía una velocidad lineal un 5%, 10% y 15% superior a la velocidad del primer transportador que llevaba a las placas de espuma de vidrio que tenía una densidad de 105 kg/m³ con un estiramiento del 5%, 10% y 15% respectivamente. Las placas de espuma de vidrio pudieron serrarse después lateral, horizontal y/o transversalmente.

Las velocidades relativas del transportador primero, el segundo y el intermedio en estos ejemplos fueron de la siguiente manera:

La primera velocidad fue siempre de aproximadamente 3 cm/min. Para un estiramiento del 5%, 10% o 15%, las segundas velocidades fueron respectivamente un 5%, 10% o 15% superiores a la primera velocidad. La tercera velocidad (es decir la velocidad del transportador intermedio) fue un 5% superior a la segunda velocidad. Para un estiramiento de hasta un 15%, se obtuvieron los siguientes resultados de la siguiente tabla 1.

Tabla 1

Estiramiento [%]	resistencia a la compresión [N/mm ²]	valor k [W/mK]
5	0,9	0,0415
10	0,77	0,0413
15	0,7	0,0408

Los resultados de la tabla 1 muestran que el estiramiento produce una disminución en el valor k y una disminución en la resistencia a la compresión. Otras densidades o cerámicas darían resultados diferentes.

Se obtuvo una mejora en las propiedades mecánicas con una velocidad de transporte para el segundo transportador un 20% mayor que la velocidad de transporte en el horno de espumado. Esto llevó a un estiramiento del 20%. De esta manera, se obtuvieron unas espumas con un grosor aproximado de 16 cm a 120 kg/m³.

5 Con un sistema en donde se utiliza un transportador intermedio a una velocidad mayor que la velocidad del segundo transportador y por lo tanto un pre-estiramiento de hasta un primer valor, p. ej. un 25% con un estiramiento neto igual a un segundo valor menor que el primer valor, p. ej. un 20%, fue posible recocer una hoja de vidrio espumado de 16 cm de grosor con una densidad de 120 kg/m^3 sin rotura en el horno lehr, sólo un 10% de rotura retrasada y un fondo sin defectos a 3,18 cm/min para el primer transportador.

La Fig. 1 muestra esquemáticamente un aparato según una realización de la presente invención.

10 En esta figura se muestra un primer transportador 1, un segundo transportador 2 y un transportador intermedio 5. El primer transportador 1 transportó el vidrio de espumado a través del horno de espumado 3 y transfirió la banda de vidrio espumado al transportador intermedio 5. El transportador intermedio 5 transportó la banda de vidrio espumado a través del horno lehr intermedio 6 y transfirió la banda de vidrio espumado al segundo transportador 2. El segundo transportador 2 transporta la banda de vidrio espumado a través del horno lehr de recocido 4.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la producción continua de una placa cerámica celular continua de una pieza que comprende:
 - a) tratar térmicamente partículas cerámicas y un agente de soplado en un horno de espumado (3) mientras se transportan dichas partículas cerámicas y dicho agente de soplado a una primera velocidad para formar de ese modo una placa cerámica celular continua de una pieza, y
 - b) recocer dicha placa cerámica celular continua de una pieza en un horno lehr de recocido (4) mediante su enfriamiento, caracterizado por que dicho recocido se realiza mientras se transporta dicha placa cerámica celular continua de una pieza a una segunda velocidad, mayor que dicha primera velocidad, estirando y enfriando de ese modo dicha placa cerámica celular continua de una pieza.
2. El método según la reivindicación 1, en donde antes de la etapa (b), la placa cerámica celular continua de una pieza se transfiere desde dicho horno de espumado (3) a dicho horno lehr de recocido (4) a través de un transportador intermedio (5) a una tercera velocidad mayor o igual a dicha segunda velocidad.
3. El método según la reivindicación 1 o 2, en donde la diferencia entre la segunda velocidad y la primera velocidad es el 25% o menos de la primera velocidad, preferiblemente entre el 3% y el 25%.
4. El método según la reivindicación 2 o 3, en donde la diferencia entre la tercera y la segunda velocidad está entre el 0% y el 10% de la primera velocidad.
5. El método según cualquier reivindicación anterior, en donde la placa cerámica celular continua de una pieza es una placa continua de una pieza de espuma de vidrio.
6. Aparato para la producción continua de una placa cerámica celular continua de una pieza que comprende:
 - a) un horno de espumado (3) para tratar térmicamente partículas cerámicas y un agente de soplado, dicho horno de espumado (3) comprende un primer transportador (1) adaptado para transportar a una primera velocidad mientras se calientan dichas partículas cerámicas y dicho agente de soplado para formar una placa cerámica celular continua de una pieza, y
 - b) un horno lehr de recocido (4) para recocer dicha placa cerámica celular continua de una pieza mediante su enfriamiento, dicho horno lehr de recocido (4) está aguas abajo de dicho horno de espumado (3) y comprende un segundo transportador (2), caracterizado por que dicho segundo transportador (2) se adapta para transportar dicha placa cerámica celular continua de una pieza a una segunda velocidad, mayor que dicha primera velocidad.
7. El aparato según la reivindicación 6, que comprende además un transportador intermedio (5) antes del segundo transportador (2) para transferir la placa cerámica celular continua de una pieza desde dicho horno de espumado (3) a dicho horno lehr de recocido (4).
8. El aparato de la reivindicación 7, en donde el transportador intermedio (5) se adapta para transportar a una tercera velocidad mayor o igual a dicha segunda velocidad.
9. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en donde dicho primer (1) y segundo (2) transportadores se adaptan para ser impulsados de tal manera que la diferencia entre la segunda velocidad y la primera velocidad sea el 25% o menos de la primera velocidad, preferiblemente entre el 3% y el 25%.
10. El aparato según la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en donde la diferencia entre la tercera y la segunda velocidad está entre el 0% y el 10% de la segunda velocidad, preferiblemente entre el 0% y el 5%.
11. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en donde el primer transportador se adapta para resistir temperaturas más altas que dicho segundo transportador.
12. El aparato según la reivindicación 11, en donde el primer transportador se adapta para resistir una temperatura de hasta 900°C y en donde dicho segundo transportador se adapta para resistir una temperatura de hasta 600°C.
13. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, en donde el transportador intermedio (5) comprende unos rodillos.
14. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, en donde el transportador intermedio se sitúa al principio del horno lehr de recocido o en un horno lehr intermedio situado entre el horno de espumado y el horno lehr de recocido.
15. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 14, en donde el transportador intermedio puede resistir temperaturas en el intervalo de 600°C - 800°C.

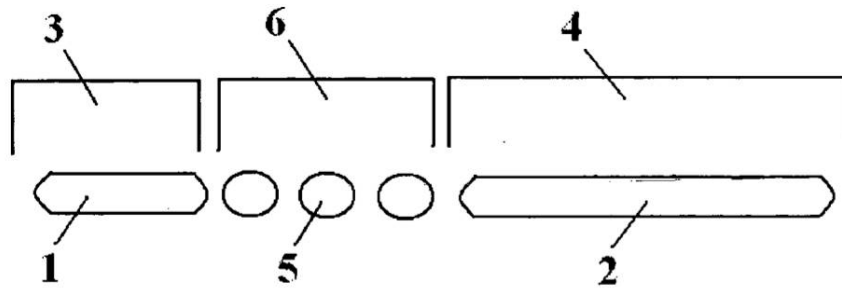


FIG. 1