

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 352**

51 Int. Cl.:

C03C 3/089 (2006.01)

C03C 3/091 (2006.01)

H05B 6/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.04.2012 PCT/FR2012/050880**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.11.2012 WO12146860**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2012 E 12724678 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020 EP 2702015**

54 Título: **Dispositivo de cocción por inducción**

30 Prioridad:

29.04.2011 FR 1153670

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

23.03.2021

73 Titular/es:

**EUROKERA S.N.C. (100.0%)
1 avenue du Général de Gaulle, B.P. 182, Chierry
02407 Château Thierry, FR**

72 Inventor/es:

**LAURENT, MATHILDE;
GY, RENÉ;
PELLETIER, STÉPHANIE;
FERRIZ, GAËLLE y
LECOMTE, EMMANUEL**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 813 352 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

Dispositivo de cocción por inducción

La invención se refiere al campo de los dispositivos de cocción por inducción.

5 Los dispositivos de cocción por inducción comprenden al menos un inductor dispuesto bajo una placa de vitrocerámica. Estos dispositivos están encastrados en un plano de trabajo o en la estructura de una cocina. La placa sirve de soporte a los utensilios de cocción (cacerolas, sartenes, ...) los cuales se calientan mediante la corriente eléctrica inducida en su seno por el campo magnético generado por los inductores. A este respecto, se emplean las vitrocerámicas de aluminosilicato de litio debido a su resistencia al choque térmico, como consecuencia de su coeficiente de dilatación térmica nulo o casi nulo. Las vitrocerámicas se producen sometiendo a un tratamiento térmico a alta temperatura a las
10 placas de vidrio de aluminosilicato de litio, tratamiento que genera en el seno de la placa cristales de estructura beta-cuarzo o beta-espodumeno cuyo coeficiente de dilatación térmica es negativo.

En 1.980, en la solicitud de patente GB 2.079.119, se propuso utilizar, en lugar de la vitrocerámica, placas de vidrio gruesas (de 5 ó 6 mm de grosor) eventualmente templadas. Sin embargo, estas placas nunca se han comercializados ya que su resistencia termomecánica ha mostrado ser insuficiente para una utilización práctica y cotidiana, aunque los
15 dispositivos por inducción son aún, 30 años después, a base de vitrocerámica.

Los inventores han podido poner de manifiesto que algunas placas de vidrio podrían prestarse a una utilización concreta en dispositivos de cocción por inducción, superando los ensayos más exigentes.

La invención tiene como objetivo un dispositivo de cocción por inducción que comprende al menos un inductor dispuesto bajo una placa de vidrio reforzado térmicamente cuya composición es de tipo borosilicato o de tipo aluminio-boro-silicato y el vidrio presenta las características siguientes:

- su grosor es de 4,5 mm como máximo,

- la relación c/a de vidrio antes del refuerzo es de 3,0 como máximo, según indentación Vickers bajo una carga de 1 kg, siendo c la longitud de las fisuras radiadas y siendo a la semidiagonal de la huella Vickers,

25 - la relación $\sigma/(e \cdot E \cdot \alpha)$ es de al menos $20 \text{ K} \cdot \text{mm}^{-1}$, incluso 25 ó $30 \text{ K} \cdot \text{mm}^{-1}$, siendo σ la tensión máxima generada en el interior del vidrio por el refuerzo térmico en Pa, siendo e el grosor del vidrio en mm, siendo E el módulo de Young en Pa y siendo α el coeficiente de dilatación térmica lineal del vidrio en K^{-1} .

El refuerzo térmico, también se denomina temple o endurecimiento. Consiste en recalentar el vidrio por encima de su temperatura de transición vítrea y luego volver a enfriarlo bruscamente, generalmente por medio de boquillas que envían aire sobre la superficie del vidrio. Como la superficie se enfría más deprisa que el interior del vidrio, se forman tensiones de compresión en la superficie de la placa de vidrio, equilibradas por las tensiones de tracción en el interior de la placa.
30

Las características relacionadas con estas propiedades son tales que es posible utilizarlas para formar placas delgadas y/o de dimensiones laterales grandes, placas que son las más susceptibles de romperse. El grosor de la placa es preferentemente de 4,5 mm como máximo, principalmente 4 mm e incluso 3,5 mm. El grosor es generalmente de al menos 2 mm. La placa de vidrio presenta preferentemente una dimensión lateral de al menos 0,5 m, incluso 0,6 m. La dimensión mayor es generalmente de 1,50 m como máximo. El número de inductores es preferentemente de al menos 2, principalmente 3 ó 4. Para este tipo de dispositivos, en efecto, la elección del vidrio se hace muy particularmente crucial.
35

El vidrio utilizado en el dispositivo según la invención presenta preferentemente al menos una de las 6 propiedades siguientes, según cualquiera de las combinaciones posibles:
40

1.- El producto $E \cdot \alpha$ del módulo de Young (en Pa) y del coeficiente de dilatación térmica lineal del vidrio (en K^{-1}) está comprendido entre 0,1 y $0,8 \text{ MPa} \cdot \text{K}^{-1}$, principalmente entre 0,2 y $0,5 \text{ MPa} \cdot \text{K}^{-1}$, en particular entre 0,2 y $0,4 \text{ MPa} \cdot \text{K}^{-1}$. Un producto $E \cdot \alpha$ demasiado pequeño hace que el temple térmico sea más difícil, mientras que un producto $E \cdot \alpha$ demasiado grande disminuye la resistencia al choque térmico.

45 2.- La temperatura inferior de recocido del vidrio es de al menos 500°C , principalmente 600°C e incluso 630°C . Esta temperatura es preferentemente de 800°C como máximo, principalmente 700°C . Frecuentemente denominado "*strain point*" en la técnica, corresponde a la temperatura a la que la viscosidad del vidrio es de $10^{14,5}$ Poises (1 Poise = $0,1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$). Temperaturas inferiores de recocido grandes permiten evitar cualquier temple del vidrio durante el funcionamiento del dispositivo de cocción.

50 3.- El coeficiente de dilatación térmica lineal de vidrio es de $50 \cdot 10^{-7}/\text{K}$ como máximo, principalmente está comprendido entre 30 y $45 \cdot 10^{-7}/\text{K}$, incluso entre 32 (o 35) y $45 \cdot 10^{-7}/\text{K}$. Los coeficientes de dilatación térmica grandes no permiten obtener una resistencia al choque térmico suficiente. Por el contrario, un coeficiente de dilatación térmica demasiado pequeño hace difícil la obtención de un refuerzo suficiente.

ES 2 813 352 T3

4.- La relación c/a del vidrio antes del refuerzo es de 2,8 como máximo, principalmente 2,7 ó 2,5, e incluso 0,5, incluso 0,2 o aún 0,1. Esta relación es incluso preferentemente nula. De forma sorprendente, esta propiedad, aunque se mide antes del refuerzo, muestra tener un impacto de gran importancia sobre la resistencia de las placas durante el funcionamiento efectivo de los dispositivos de cocción según la invención.

5 5.- La relación $\sigma/(e \cdot E \cdot \alpha)$ del vidrio es de al menos 20, principalmente $30 \text{ K} \cdot \text{mm}^{-1}$. La relación $\sigma/(e \cdot E \cdot \alpha)$ es normalmente de $200 \text{ K} \cdot \text{mm}^{-1}$ como máximo, incluso $100 \text{ K} \cdot \text{mm}^{-1}$. Esta propiedad muestra tener un impacto importante para eliminar el riesgo de rotura de la placa durante el funcionamiento del dispositivo de cocción.

6.- La tensión máxima generada en el interior del vidrio por el refuerzo térmico es preferentemente de al menos 20 MPa, principalmente 25 ó 30 MPa e incluso 40 MPa.

10 Con el fin de optimizar su resistencia termomecánica, el vidrio utilizado según un modo de realización de la invención presenta preferentemente todas estas características preferidas en combinación. Otras combinaciones son posibles, principalmente las combinaciones de las propiedades 1+2, 1+3, 1+4, 1+5, 1+6, 2+3, 2+4, 2+5, 2+6, 3+4, 3+5, 3+6, 4+5, 4+6, 5+6, 1+2+3, 1+2+4, 1+2+5, 1+2+6, 1+3+4, 1+3+5, 1+3+6, 1+4+5, 1+4+6, 1+5+6, 1+2+3+4, 1+2+3+5, 1+2+3+6, 1+3+4+5, 1+3+4+6, 1+3+5+6, 1+4+5+6, 1+2+3+4+5, 1+2+3+4+6, 1+2+3+5+6, 1+2+4+5+6 y 1+3+4+5+6.

15 En particular, el vidrio utilizado preferentemente está templado térmicamente y presenta preferentemente las características siguientes: su grosor es de 4,5 mm como máximo, la relación c/a es de 2,5 como máximo y la relación $\sigma/(e \cdot E \cdot \alpha)$ es de al menos $20 \text{ K} \cdot \text{mm}^{-1}$, incluso $30 \text{ K} \cdot \text{mm}^{-1}$.

El coeficiente de dilatación térmica lineal se mide según la norma ISO 7991: 1.987 entre 20 y 300°C y se expresa en K^{-1} . La temperatura inferior de recocido se mide según la norma ISO 7884-7: 1.987.

20 El módulo de Young (o módulo de elasticidad) E se mide por flexión de cuatro puntos sobre una probeta de vidrio de $100 \times 10 \times 4 \text{ mm}^3$. Los dos apoyos inferiores se sitúan a una distancia de 90 mm uno del otro, mientras que los dos apoyos superiores se sitúan a una distancia de 30 mm uno del otro. Los apoyos superiores están centrados con respecto a los apoyos inferiores. La fuerza se aplica en el centro de la probeta, por la parte superior. La deformación se mide por medio de una sonda de tensión y el módulo de Young se calcula como la relación entre la tensión y la deformación. La incertidumbre de la medida es generalmente del orden de 3% relativo. El módulo de Young se expresa en Pa.

25 La relación c/a se mide como se indica a continuación. Se carga un indentador Vickers de tipo TestWell FM7 con $P = 1.000 \text{ g}$ a temperatura ambiente, durante 30 s, siendo la velocidad de descenso igual a 50 mm/s . Las medidas de a (semidiagonal de la huella Vickers) y c (longitud de las fisuras radiales, a partir de las esquinas de la huella en la dirección de la diagonal) se realizan por medio de un microscopio óptico 1 hora después del experimento. El resultado es la media aritmética obtenida a partir de un conjunto de 10 medidas.

30 La tensión en el interior σ (tensión máxima en tracción generada en el interior del vidrio por el refuerzo térmico) se mide por fotoelasticimetría por medio de un polariscopio comercializado por la sociedad GlasStress Ltd con la denominación SCALP-04. A partir de una placa, se mide generalmente la tensión en el centro de la placa (2 medidas) y en las cuatro esquinas, al menos a 10 cm de los bordes. El resultado es una media de estas 6 medidas, expresada en Pa.

Según un modo de realización preferido, la composición del vidrio es de tipo borosilicato.

40 En este caso, la composición química del vidrio comprende preferentemente sílice SiO_2 con un contenido ponderal que va de 70 a 85%, óxido de boro B_2O_3 con un contenido ponderal que va de 8% a 20% y al menos un óxido alcalino, yendo el contenido ponderal total de óxidos alcalinos de 1 a 10%.

La composición química del vidrio de borosilicato comprende preferentemente (o consiste esencialmente en) los constituyentes siguientes, que varían en los límites ponderales definidos a continuación:

	SiO_2	70-85%, preferentemente 75-85%
	B_2O_3	8-16%, principalmente 10-15% o 9-12%
45	Al_2O_3	0-5%, principalmente 0-3% o 2-5%
	K_2O	0-2%, principalmente 0-1%
	Na_2O	1-8%, principalmente 2-6%

Preferentemente, la composición puede además comprender al menos uno de los óxidos siguientes: MgO , CaO , SrO , BaO y ZnO , con un contenido ponderal total que va de 0 a 10%, principalmente CaO con un contenido ponderal que va de 1 a 2%.

Según otro modo de realización preferido, la composición del vidrio es del tipo aluminio-boro-silicato, principalmente desprovisto de óxidos alcalinos.

5 En este caso, la composición química del vidrio comprende preferentemente sílice SiO_2 con un contenido ponderal que va de 45 a 68%, alúmina Al_2O_3 con un contenido ponderal que va de 8 a 20%, óxido de boro B_2O_3 con un contenido ponderal que va de 4% a 18%, óxidos alcalinotérreos elegidos entre MgO , CaO , SrO y BaO con un contenido total que va de 5 a 30%, no superando el contenido ponderal total de óxidos alcalinos 10%, principalmente 1%, incluso 0,5%. Por "desprovisto de óxidos alcalinos" se entiende que el contenido total ponderal de óxidos alcalinos es de 1% como máximo, principalmente 0,5% e incluso 0,1%.

10 La composición química del vidrio de aluminio-boro-silicato comprende preferentemente (o consiste esencialmente en) los constituyentes siguientes, que varían en los límites ponderales definidos a continuación:

	SiO_2	45-68%, preferentemente 55-65%
	Al_2O_3	8-20%, principalmente 14-18%
	B_2O_3	4-18%, principalmente 5-10%
	RO	5-30%, principalmente 5-17%
15	R_2O	10% como máximo, principalmente 1%.

Como se utiliza generalmente en la técnica, la expresión "RO" denomina los óxidos alcalinotérreos MgO , CaO , SrO y BaO , mientras que la expresión " R_2O " denomina los óxidos alcalinos. Dichas composiciones permiten obtener relaciones c/a muy pequeñas, principalmente de 1 como máximo, incluso 0,6.

20 La expresión "consiste esencialmente en" se debe comprender en el sentido en el que los óxidos citados anteriormente constituyen al menos 96%, incluso 98% del peso del vidrio. La composición comprende usualmente aditivos que sirven para el afinado del vidrio o la coloración del vidrio. Los agentes de afinado se eligen generalmente entre los óxidos de arsénico, de antimonio, de estaño, de cerio, los halógenos, los sulfuros metálicos, principalmente el sulfuro de zinc. El contenido ponderal de agentes de afinado es normalmente 1% como máximo, preferentemente entre 0,1 y 0,6%. Los
 25 agentes de coloración son el óxido de hierro, presente como impureza en la mayor parte de las materias primas, el óxido de cobalto, de cromo, de cobre, de vanadio, de níquel y el selenio. El contenido ponderal total de agentes de coloración es normalmente de 2% como máximo, incluso 1%. La introducción de uno o varios de estos agentes puede conducir a obtener una placa de vidrio oscuro, con una transmisión luminosa muy pequeña (típicamente de 3% como máximo, principalmente 2% e incluso 1%), que presentará la ventaja de disimular los inductores, el cableado eléctrico, así como los circuitos de mando y de control del dispositivo de cocción. Otra alternativa, descrita más adelante en el
 30 texto, consiste en equipar una parte de la superficie de la placa con un revestimiento opaco o esencialmente opaco, o disponer un material opaco, preferentemente de color oscuro, entre la placa y los elementos internos del dispositivo.

Las placas se pueden fabricar de forma conocida por fusión de las materias primas pulverulentas y después por conformación del vidrio obtenido. La fusión se realiza generalmente en hornos refractarios por medio de quemadores utilizando como comburente aire o, mejor, oxígeno, y como combustible gas natural o gasoil. Resistencias de molibdeno o de platino sumergidas en el vidrio fundido también pueden aportar toda o parte de la energía utilizada para obtener un vidrio fundido. Las materias primas (sílice, bórax, colemanita, alúmina hidratada, caliza, dolomita, etc.) se introducen en el horno y experimentan, bajo el efecto de las altas temperaturas, diversas reacciones químicas, tales como reacciones de descarbonatación, de fusión propiamente dicha, ... La temperatura máxima alcanzada por el
 40 vidrio es generalmente de al menos 1.500°C, principalmente comprendida entre 1.600 y 1.700°C. La conformación del vidrio en placas se puede hacer de forma conocida por laminado del vidrio entre rodillos metálicos o cerámicos, o también por un procedimiento de flotación, técnica que consiste en verter el vidrio fundido sobre un baño de estaño fundido.

Como se ha indicado anteriormente, es preferible que la placa sea apta para disimular los inductores, el cableado eléctrico, así como los circuitos de mando y de control del dispositivo de cocción. Preferentemente, únicamente los
 45 dispositivos de visualización son visibles para el usuario. Principalmente cuando la transmisión de la placa de vidrio, en cuanto es demasiado elevada (típicamente por encima de 3%), es posible dotar una parte de la superficie de la placa (la que se sitúa en el dispositivo de cocción enfrente de los elementos que se deben disimular) de un revestimiento depositado sobre y/o bajo la placa, teniendo dicho revestimiento la capacidad de absorber y/o reflejar y/o difundir la radiación luminosa. El revestimiento se puede depositar bajo la placa, es decir sobre la superficie
 50 enfrente de los elementos internos del dispositivo, también denominada "cara inferior" y/o sobre la placa, es decir en la cara superior.

El revestimiento puede ser continuo o discontinuo, por ejemplo presentar motivos o una trama de malla o de punteado o de motas. Principalmente se puede tratar de un esmalte tramado dispuesto en la cara superior de la placa. En algunos casos, el revestimiento puede ser continuo en algunas zonas y discontinuo en otras zonas. Así, es posible
 55 disponer un revestimiento discontinuo a nivel de los elementos calefactores y un revestimiento continuo por las otras partes, reservando a la vez una zona sin revestimiento enfrente de los dispositivos que emiten luz. La transmisión

luminosa de la placa provista de su revestimiento en las zonas revestidas es preferentemente de 0,5% como máximo e incluso 0,2%. El revestimiento puede ser totalmente opaco.

La zona enfrente de los dispositivos que emiten luz puede estar dotada igualmente de un revestimiento, con la condición de que este revestimiento no sea opaco.

- 5 Ventajosamente, la placa comprende igualmente elementos decorativos en la cara superior, generalmente un esmalte cuya función sea decorativa y no destinada a ocultar los elementos internos del dispositivo de cocción. La decoración permite generalmente identificar las zonas de calentamiento (por ejemplo, representándolas en forma de círculo), las zonas de mando (principalmente, los pulsadores sensibles), aportar informaciones o representar un logo. Estos elementos decorativos se deben diferenciar del revestimiento descrito anteriormente y de manera más precisa en la parte siguiente, que constituye un medio real de enmascaramiento.

De forma preferida, el revestimiento puede ser una capa de base orgánica, tal como una capa de pintura o de laca o una capa de base mineral tal como un esmalte o una capa metálica o de un óxido, nitruro, oxinitruro u oxicarbono de un metal. Preferentemente, las capas orgánicas estarán dispuestas en la cara interior mientras que las capas minerales, principalmente los esmaltes, estarán dispuestas en la cara superior.

- 15 La pintura que se puede utilizar se elige ventajosamente de forma que resista temperaturas elevadas y que presente una estabilidad en el tiempo a nivel de su color y su cohesión con la placa y de forma que no afecte las propiedades mecánicas de la placa.

La pintura utilizada presenta ventajosamente una temperatura de degradación superior a 300°C, en particular comprendida entre 350°C y 700°C. Generalmente es a base de resina(s), si es necesario cargada (por ejemplo con pigmento(s) o colorante(s)), y eventualmente diluida para ajustar su viscosidad teniendo en cuenta su aplicación sobre la placa, el diluyente o el solvente (por ejemplo, espíritu de petróleo (*white spirit*), tolueno, solventes de tipo hidrocarburos aromáticos, como el solvente comercializado con la marca Solvesso 100® por la sociedad Exxon, etc.) eliminándose, si es necesario, durante la cocción posterior de la pintura.

Por ejemplo, la pintura puede ser una pintura con base de al menos una resina de silicona, en particular una resina de silicona modificada por la incorporación de al menos un radical alquídico, o fenilo o metilo, etc. Igualmente se pueden añadir pigmentos como colorantes, tales como los pigmentos para esmaltes (elegidos por ejemplo entre los componentes que contienen óxidos metálicos, tales como los óxidos de cromo, óxidos de cobre, óxidos de hierro, óxidos de cobalto, óxidos de níquel, o entre los cromatos de cobre, los cromatos de cobalto, etc.), TiO₂, etc. Igualmente se pueden utilizar como pigmentos partículas de uno o varios metales tales como el aluminio, el cobre, el hierro, etc. o aleaciones a base de al menos uno de estos metales. Los pigmentos pueden también ser "con efecto" (pigmentos con efecto metálico, pigmentos interferenciales, pigmentos nacarados, etc.), ventajosamente en forma de pajitas de óxido de aluminio (Al₂O₃) revestidos con óxidos metálicos; se pueden citar, por ejemplo, los pigmentos comercializados por la sociedad Merck con la marca "Xirallic®", tales como los pigmentos o pigmentos interferenciales TiO₂/Al₂O₃ (Xirallic® T-60-23SW Galaxy Blue o Xirallic® T-60-24SW Stellar Green), o pigmentos de Fe₂O₃/Al₂O₃ (Xirallic® T-60-50SW Fireside Copper o Xirallic® T-50-10SW Crystal Silver o Xirallic® F-60-51 Radiant Red). Otros pigmentos con efecto que pueden utilizarse son, por ejemplo, los pigmentos nacarados a base de partículas de mica revestidas con óxidos o combinaciones de óxidos (elegidos por ejemplo entre TiO₂, Fe₂O₃, Cr₂O₃, etc.), tales como los comercializados con la marca Iridin® por la sociedad Merck, o a base de plaquetas de sílice revestidas con óxidos o combinaciones de óxidos (como los anteriores), tales como los comercializados con la marca Colorstream® por la sociedad Merck. Igualmente se pueden incorporar a los pigmentos con efecto citados anteriormente, cargas u otros pigmentos de coloración clásicos.

De forma particularmente preferida, la pintura utilizada comprende al menos (o es a base de) un (co)polímero resistente a las altas temperaturas (en particular que presente una temperatura de degradación superior a 400°C), pudiendo esta pintura comprender o no al menos una carga mineral para asegurar su cohesión o su refuerzo mecánico y/o su coloración. Este (co)polímero o resina puede ser principalmente una o varias de las resinas siguientes: resina de poliimida, poliamida, polifluorada, polisilsesquioxano y/o polisiloxano.

Las resinas de polisiloxanos se prefieren particularmente: son incoloras y, por lo tanto, susceptibles de ser coloreadas (por ejemplo con cargas o pigmentos que las confieran el color deseado); se pueden utilizar en estado reticulable (generalmente por la presencia de grupos SiOH y/o SiOMe en su fórmula, interviniendo estos grupos lo más a menudo hasta en 1 a 6% en masa de su masa total) o transformadas (reticuladas o pirolizadas). Presentan ventajosamente en su fórmula, residuos fenilo, etilo, propilo y/o vinilo, muy ventajosamente residuos fenilo y/o metilo. Se eligen preferentemente entre los polidimetilsiloxanos, los polidifenilsiloxanos, los polímeros de fenilmetilsiloxano y los copolímeros de dimetilsiloxano-difenilsiloxano.

Las resinas de polisiloxanos reticulables utilizadas preferentemente presentan generalmente una masa molecular media en peso (Pm) comprendida entre 2.000 y 300.000 Daltons.

De forma no limitativa, se puede indicar que las resinas Dow Corning® 804, 805, 806, 808, 840, 249, 409 HS y 418 HS, Rhodorsil® 6405 y 6406 de Rhodia, Triplus® de General Electric Silicone y Silres® 604 de Wacker Chemie GmbH, utilizadas solas o en mezcla convienen perfectamente

Las resinas así elegidas son principalmente aptas para resistir al calentamiento por inducción.

5 La pintura puede estar exenta de cargas minerales, principalmente si su grosor sigue siendo pequeño. Sin embargo, dichas cargas minerales se utilizan generalmente, por ejemplo, para reforzar mecánicamente la capa de pintura depositada, contribuir a la cohesión de dicha capa, a su agarre a la placa, para luchar contra la aparición y la propagación de fisuras en su seno, etc. Para estos fines, al menos una fracción de dichas cargas minerales presenta preferentemente una estructura laminar. Las cargas también pueden intervenir para la coloración. Si es necesario, pueden intervenir varios tipos de cargas complementarias (por ejemplo, cargas no coloreadas para el refuerzo mecánico y otras cargas tales como pigmentos para la coloración). La cantidad eficaz de cargas minerales corresponde generalmente a una tasa volúmica de 10 a 60%, más particularmente de 15 a 30% (tasas volúmicas basadas en el volumen total de las cargas y de la pintura).

10 El grosor de cada capa de pintura depositada puede estar comprendido entre 1 y 100 micrones, principalmente entre 5 y 50 micrones. La aplicación de la pintura o resina se puede realizar por cualquier técnica adaptada para ello, tal como el recubrimiento con brocha, con espátula, por pulverización, recubrimiento electrostático, inmersión, recubrimiento en cortina, recubrimiento por serigrafía, chorro de tinta, etc. y se hace preferentemente por serigrafía (o eventualmente recubrimiento con espátula). La técnica de serigrafía es particularmente ventajosa en cuanto a que permite reservar fácilmente algunas zonas de la placa, principalmente zonas que estarán enfrente de los dispositivos que emiten luz, incluso las zonas situadas enfrente de los medios de calentamiento por radiación. Cuando se utilizan otras técnicas, se pueden obtener zonas reservadas disponiendo máscaras adecuadas sobre las zonas que no se desea recubrir.

15 El recubrimiento puede estar seguido por un tratamiento térmico destinado a asegurar, según el caso, el secado, la reticulación, la pirólisis, etc. de la o las capas depositadas.

20 Preferentemente, se elige al menos una capa de pintura en la que la resina haya estado, al menos parcialmente, reticulada y/o pirolizada, parcialmente o en su totalidad y/o no haya sido tratada térmicamente (la resina puede estar destinada eventualmente a ser eliminada de los lugares en los que no se ha tratado térmicamente), consistiendo dicha capa de pintura, en parte o en su totalidad, en una mezcla a) de cargas minerales y b) de al menos una resina de polisiloxano reticulable (casi) exenta de precursor(es) de material(es) carbonado(s) y/o al menos una resina de polisiloxano reticulada (casi) exenta de material(es) carbonado(s) y de precursor(es) de material(es) carbonado(s) y/o de una matriz mineral porosa a base de sílice (habiendo sido la resina, por ejemplo, pirolizada y encontrándose, por lo tanto, mineralizada), (casi) exenta de material(es) carbonado(s), estando distribuidas las cargas minerales en la resina o en la matriz.

25 La capa de pintura está recubierta preferentemente por una capa de protección, por ejemplo de resina de silicona modificada con radicales alquilo o resina de polisiloxano.

30 Como se ha indicado anteriormente, el revestimiento puede ser igualmente un esmalte. El esmalte se forma a partir de un polvo que comprende una frita de vidrio y pigmentos (pudiendo estos pigmentos igualmente formar parte de la frita) y de un medio para la aplicación sobre el sustrato.

35 La frita de vidrio se obtiene preferentemente a partir de una mezcla vitrificable que comprende generalmente óxidos elegidos principalmente entre los óxidos de silicio, de zinc, de boro, de litio, de potasio, de calcio, de aluminio, de magnesio, de bario, de estroncio, de antimonio, de titanio, de zirconio o de bismuto. Fritas de vidrio particularmente adaptadas se describen en las solicitudes FR 2782318 o WO 2009/092974.

40 Los pigmentos se pueden elegir entre los compuestos que contienen óxidos metálicos, tales como los óxidos de cromo, de cobre, de hierro, de cobalto, de níquel, etc. o se pueden elegir entre los cromatos de cobre o de cobalto, etc., estando comprendida, por ejemplo, la tasa de pigmentos en el conjunto frita(s)/pigmento(s) entre 30 y 60% en peso.

45 Los pigmentos también pueden ser "con efecto" (pigmentos con efecto metálico, pigmentos interferenciales, pigmentos nacarados, etc.), tales como los citados anteriormente con respecto a la pintura. La tasa de pigmentos con efecto puede ser, por ejemplo, del orden de 30 a 60% en peso con respecto a la base (frita de vidrio) en la que se incorporan.

La capa puede ser depositada principalmente por serigrafía (poniéndose en suspensión, si es necesario, la base y los pigmentos en un medio apropiado generalmente destinado a consumirse en una etapa de cocción posterior, pudiendo este medio comprender principalmente solventes, diluyentes, aceites, resinas, etc.), siendo el grosor de la capa, por ejemplo, del orden de 1 a 6 μm .

50 La técnica de serigrafía es particularmente ventajosa en cuanto a que permite fácilmente reservar algunas zonas de la placa, principalmente las zonas que estarán enfrente de los dispositivos que emiten luz.

La o cada capa de esmalte utilizada para formar el revestimiento es preferentemente una capa sencilla, aislada de otra(s) capa(s) de esmalte eventual(es), y con un grosor que no excede generalmente de 6 μm , que preferentemente no excede de 3 μm . La capa de esmalte se deposita generalmente por serigrafía.

El revestimiento también puede ser una capa metálica o de un óxido, nitruro, oxinitruro u oxcarburo de un metal. Por "capa" se debe comprender igualmente los apilamientos de capas. Esta capa puede ser absorbente y/o reflectante.

5 Esta capa puede ser, por lo tanto, al menos una capa sencilla metálica o esencialmente metálica (por ejemplo, una capa delgada de Ag, W, Ta, Mo, Ti, Al, Cr, Ni, Zn, Fe, o de una aleación a base de aceros inoxidables, etc.) o puede ser un apilamiento de (sub)capas que comprende una o varias capas metálicas, por ejemplo una capa metálica (o esencialmente metálica) ventajosamente protegida (revestida sobre al menos una cara y preferentemente sobre sus dos caras opuestas) por al menos una capa a base de material dieléctrico (por ejemplo, al menos una capa de plata o de aluminio revestida con al menos una capa de protección de Si_3N_4 – en particular un apilamiento Si_3N_4 /metal/ Si_3N_4 – o de SiO_2).

10 Alternativamente, puede tratarse de un revestimiento monocapa a base de material dieléctrico con un índice de refracción n grande, es decir superior a 1,8, preferentemente superior a 1,95, de forma particularmente preferida superior a 2, por ejemplo una monocapa de TiO_2 o de Si_3N_4 , o de SnO_2 , etc.

15 En otro modo de realización ventajoso, la capa puede estar formada por un apilamiento de (sub)capas delgadas a base de material(es) dieléctrico(s) alternativamente con índices de refracción grandes (preferentemente superiores a 1,8, incluso 1,95, incluso 2, como se ha explicitado precedentemente) y pequeños (preferentemente inferiores a 1,65), principalmente material(es) de tipo óxido metálico (o nitruro u oxinitruro de metales), tal como el TiO_2 , SiO_2 u óxido mixto (estaño-zinc, zinc-titanio, silicio-titanio, etc.) o aleación, etc., siendo ventajosamente la (sub)capa depositada, si es necesario, en primer lugar y que se encuentra, por lo tanto, contra la cara interior de la placa, una capa de índice de refracción grande.

20 Como material de (sub)capa con índice de refracción grande, se pueden citar, por ejemplo, TiO_2 o eventualmente SnO_2 , Si_3N_4 , $\text{Sn}_x\text{Zn}_y\text{O}_2$, TiO_x o $\text{Si}_x\text{Ti}_y\text{O}_2$, ZnO , ZrO_2 , Nb_2O_5 , etc. Como material de (sub)capa de pequeño índice de refracción, se puede citar por ejemplo el SiO_2 , o eventualmente un oxinitruro y/o un oxcarburo de silicio, o un óxido mixto de silicio y de aluminio, o un compuesto fluorado por ejemplo de tipo MgF_2 o AlF_3 , etc.

25 El apilamiento puede comprender, por ejemplo, al menos tres (sub)capas, siendo la capa más próxima del sustrato una capa de índice de refracción grande, siendo la capa intermedia una capa de pequeño índice de refracción y siendo la capa exterior una capa de índice de refracción grande (por ejemplo, un apilamiento que comprende la alternancia de capas de óxidos siguiente: (sustrato)- TiO_2 / SiO_2 / TiO_2).

30 El grosor (geométrico) de cada capa a base de capa(s) delgada(s) depositada está comprendido generalmente entre 15 y 1.000 nm, en particular 20 y 1.000 nm (siendo el grosor del sustrato generalmente de varios milímetros, lo más a menudo alrededor de 4 mm), pudiendo variar el grosor de cada una de las (sub)capas (en el caso de un apilamiento) entre 5 y 160 nm, generalmente entre 20 y 150 nm (por ejemplo, en el caso del apilamiento TiO_2 / SiO_2 / TiO_2 , puede ser del orden de varias decenas de nanómetros, por ejemplo del orden de 60-80 nm, para las capas de TiO_2 , y del orden de 60-80 ó 130-150 nm para la capa de SiO_2 según el aspecto, por ejemplo, más bien plateado o más bien dorado, que se desee obtener).

35 La capa a base de capa(s) delgada(s) puede ser aplicada sobre la placa en línea o en reposición (por ejemplo, después del corte y/o la conformación de dicha placa) Puede ser aplicada principalmente por pirólisis (polvo, líquido, gas), por evaporación o por pulverización. Preferentemente, se deposita por pulverización y/o por un método de recubrimiento a vacío y/o asistido por plasma; se utiliza en particular el modo de recubrimiento de capa(s) por pulverización catódica (por ejemplo, por pulverización catódica con magnetrón), principalmente asistida por campo magnético (y en corriente continua o alterna), depositándose los óxidos o nitruros a partir de diana(s) de metal o de aleación o de silicio o cerámica(s), etc. apropiadas, si es necesario en condiciones oxidantes o nitrurantes (mezclas, si es necesario, de argón/oxígeno o de argón/nitrógeno). Se pueden depositar, por ejemplo, las capas de óxido por pulverización reactiva del metal en cuestión, en presencia de oxígeno y las capas de nitruros en presencia de nitrógeno. Para hacer SiO_2 o Si_3N_4 se puede partir de una diana de silicio que se dopa ligeramente con un metal como el aluminio para hacerla suficientemente conductora. La o las (sub)capas elegidas según la invención se condensan sobre el sustrato de forma particularmente homogénea, sin que se produzca la separación o la deslaminación.

Además de la placa de vidrio y al menos un inductor (preferentemente tres, incluso cuatro e incluso cinco), el dispositivo de cocción puede comprender al menos un dispositivo que emita luz, al menos un dispositivo de mando y de control, estando comprendido el conjunto en un compartimento cerrado.

50 Un, el o cada dispositivo que emite luz se elige ventajosamente entre los diodos electroluminiscentes (por ejemplo, que forman parte de los visualizadores de 7 segmentos), los visualizadores de cristales líquidos (LCD), de diodos electroluminiscentes, eventualmente orgánicos (OLED) o los visualizadores fluorescentes (VFD). Los colores que se ven a través de la placa son diversos: rojo, verde, azul y cualquiera de las posibles combinaciones, como el amarillo, el violeta, el blanco, ... Estos dispositivos emisores de luz pueden ser puramente decorativos, por ejemplo para separar visualmente diferentes zonas de la placa. Lo más a menudo, sin embargo, tendrán un papel funcional para visualizar diversas informaciones útiles para el usuario, principalmente la indicación de la potencia de calentamiento, de la temperatura, de los programas de cocción, de los tiempos de cocción o de las zonas de la placa que superan una temperatura predeterminada.

Los dispositivos de mando y de control comprenden generalmente pulsadores sensibles por ejemplo de tipo capacitativo o de infrarrojos.

5 El conjunto de los elementos internos está generalmente fijado a un compartimento cerrado, a menudo metálico, que constituye, por lo tanto, la parte inferior del dispositivo de cocción, normalmente disimulado en el plano de trabajo o en el cuerpo de la cocina.

Los ejemplos siguientes ilustran la invención, sin embargo sin limitarla.

Se produce de forma conocida por fusión y conformación por flotación una hoja de vidrio de borosilicato denominada B1, de 3,8 mm de grosor y que presenta la composición ponderal definida a continuación. Se cortan placas de 590x590 mm² a partir de esta hoja de vidrio.

10	SiO ₂	80,5%
	Al ₂ O ₃	2,5%
	B ₂ O ₃	13,0%
	Na ₂ O	3,4%
	K ₂ O	0,6%

15 La relación c/a es de 1,7.

La hoja de vidrio se temple térmicamente a continuación, por calentamiento a 730°C y enfriamiento al aire, de forma que la tensión máxima en el interior sea de 30 MPa.

Las propiedades de la hoja de vidrio son las siguientes:

Módulo de Young (E): 60 GPa

20 Coeficiente de dilatación lineal (α): $34 \cdot 10^{-7}/K$

E· α : 0,20 MPa/K

Temperatura inferior de recocido: 500°C

$\sigma/(e \cdot E \cdot \alpha)$: 39 K/mm

25 Se produce de forma conocida por fusión y conformado por flotación una hoja de vidrio de borosilicato denominada B2 de 4,0 mm de grosor y que presenta la composición ponderal definida a continuación. Se cortan placas de 590x590 mm² a partir de las hojas de este vidrio.

30	SiO ₂	80,6%
	Al ₂ O ₃	2,2%
	B ₂ O ₃	12,9%
	Na ₂ O	4,1%
	K ₂ O	0,2%

La relación c/a es de 1,9.

La hoja de vidrio se temple térmicamente a continuación por calentamiento a 730°C y enfriamiento al aire, de forma que la tensión máxima en el interior sea de 20 MPa.

35 Las propiedades de la hoja de vidrio son las siguientes:

Módulo de Young (E): 61 GPa

Coeficiente de dilatación lineal (α): $35 \cdot 10^{-7}/K$

E· α : 0,21 MPa/K

Temperatura inferior de recocido: 509°C

40 $\sigma/(e \cdot E \cdot \alpha)$: 23 K/mm

ES 2 813 352 T3

Estas placas B1 y B2 se comparan con dos placas comparativas del mismo tamaño, siendo una placa de vidrio denominada C, de composición sílico-sodo-cálcico y la otra una placa de vidrio denominada B3, de composición de borosilicato.

El vidrio C presenta la composición ponderal siguiente:

5	SiO ₂	69%
	Al ₂ O ₃	0,5%
	CaO	10,0%
	Na ₂ O	4,5%
	K ₂ O	5,5%
10	SrO	7,0%
	ZrO ₂	3,5%

Sus propiedades son las siguientes.

El grosor es de 4 mm.

La relación c/a es de 3,4.

15 La hoja de vidrio se temple térmicamente de forma que la tensión máxima en el interior sea de 70 MPa.

Módulo de Young (E): 76 GPa

Coefficiente de dilatación lineal (α): $76 \cdot 10^{-7}/K$

$E \cdot \alpha$: 0,58 MPa/K

Temperatura inferior de recocido: 582°C

20 $\sigma/(e \cdot E \cdot \alpha)$: 30 K/mm

El vidrio de borosilicato B3 presenta la composición ponderal siguiente:

	SiO ₂	79%
	Al ₂ O ₃	2,5%
	B ₂ O ₃	14,2%
25	Fe ₂ O ₃	0,012%
	Na ₂ O	3,6%
	K ₂ O	0,6%

Sus propiedades son las siguientes.

El grosor del vidrio es de 3,8 mm.

30 La relación c/a es de 1,7.

La hoja de vidrio se refuerza térmicamente de forma que la tensión máxima en el interior sea de 4 MPa.

Módulo de Young (E): 64 GPa

Coefficiente de dilatación lineal (α): $32 \cdot 10^{-7}/K$

$E \cdot \alpha$: 0,20 MPa/K

35 Temperatura inferior de recocido: 518°C

$\sigma/(e \cdot E \cdot \alpha)$: 5 K/mm

La tabla 1 siguiente recapitula las diferentes propiedades de los vidrios ensayados.

Tabla 1

	B1	B2	B3	C
Grosor (mm)	3,8	4,0	3,8	4,0
c/a	1,7	1,9	1,7	3,4
E (GPa)	60	61	64	76
α ($10^{-7}/K$)	34	35	32	76
$E \cdot \alpha$ (MPa·K ⁻¹)	0,20	0,21	0,20	0,58
$\sigma/(e \cdot E \cdot \alpha)$ (K·mm ⁻¹)	39	23	5	30

A continuación se describen los ensayos de utilización de la placa.

Cada placa de vidrio experimenta un ciclo de ensayo que comprende sucesivamente las etapas siguientes:

- 2 pasos con arena, con una carga de 3,9 g/cm²,
- 5 - un ensayo denominado de "cacerola vacía", y después, si la placa no se ha roto
- 5 pasos con un estropajo comercializado con la denominación Scotch Brite Verde, con una carga de 1 kg/cm²,
- un ensayo denominado de "cacerola vacía", y después, si la placa no se ha roto
- 10 pasos con una cacerola de 4,5 kg con triple fondo de acero inoxidable,
- un ensayo denominado de "cacerola vacía".
- 10 El ensayo denominado de "cacerola vacía" se realiza como se indica a continuación. Se coloca el centro de la placa sobre el fogón de una placa de inducción provista de un inductor de referencia E.G.O. A2, sin embrizado a los bordes de la placa. Se llevan a ebullición doscientos mililitros de agua a la potencia máxima, en una cacerola Lagostina Pandora de 20 cm de diámetro. Una vez que se ha evaporado todo el agua, no se apaga la placa hasta después de 10 a 15 minutos con la cacerola vacía. La temperatura máxima alcanzada por la placa en la cara inferior alcanza
- 15 390°C.

Se considera que la placa es satisfactoria si no presenta ninguna rotura después de este ciclo de ensayos.

Ninguna de las 10 placas de vidrio de borosilicato B1 o B2 que se han ensayado se ha roto después de este ciclo de ensayos.

- 20 Por el contrario, en lo que respecta a la placa de vidrio de borosilicato B3, las 10 placas ensayadas se han roto. Para el vidrio sílico-sodo-cálcico C, 5 placas de las 10 que se han ensayado se han roto.

Las placas de vidrio B1 y B2 resultan ser por lo tanto sustitutos interesantes de las vitrocerámicas de aluminosilicato de litio en dispositivos de cocción por inducción.

Otras placas de vidrio A1 y A2 que se pueden utilizar en un dispositivo según la invención se muestran en la tabla 2 siguiente.

25

Tabla 2

	A1	A2
SiO ₂	50	59
Al ₂ O ₃	10	17
B ₂ O ₃	15	7
MgO	-	0,8
CaO	-	4
SrO	-	1,8
BaO	25	10
R ₂ O	-	-

ES 2 813 352 T3

	A1	A2
Grosor (mm)	4,0	4,0
c/a	2,0	0,5
E (GPa)	69	71
α ($10^{-7}/K$)	47	38
$E \cdot \alpha$ ($MPa \cdot K^{-1}$)	0,32	0,27
$\sigma/(e \cdot E \cdot \alpha)$ ($K \cdot mm^{-1}$)	43	50
T inferior de recocido ($^{\circ}C$)	593	666

REIVINDICACIONES

- 1.- Dispositivo de cocción por inducción que comprende al menos un inductor dispuesto bajo una placa de vidrio reforzado térmicamente cuya composición es de tipo borosilicato o de tipo aluminio-boro-silicato, caracterizado por que el vidrio presenta las características siguientes:
- 5 - su grosor es de 4,5 mm como máximo,
- la relación c/a de vidrio antes del refuerzo es de 3,0 como máximo, según indentación Vickers bajo una carga de 1 kg, siendo c la longitud de las fisuras radiadas y siendo a la semidiagonal de la huella Vickers,
- la relación $\sigma/(e \cdot E \cdot \alpha)$ es de al menos $20 \text{ K} \cdot \text{mm}^{-1}$, incluso $30 \text{ K} \cdot \text{mm}^{-1}$, siendo σ la tensión máxima en tracción generada en el interior del vidrio por el refuerzo térmico en Pa, siendo e el grosor del vidrio en mm, siendo E el módulo de Young en Pa y siendo α el coeficiente de dilatación térmica lineal del vidrio en K^{-1} .
- 10 2.- Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, tal que el grosor de la placa es de 4 mm como máximo.
- 3.- Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, tal que la placa de vidrio presenta una dimensión lateral de al menos 0,5 m.
- 4.- Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, tal que el producto $E \cdot \alpha$ del módulo de Young y del coeficiente de dilatación térmica lineal del vidrio está comprendido entre 0,1 y 0,8 $\text{MPa} \cdot \text{K}^{-1}$, principalmente entre 0,2 y 0,5 $\text{MPa} \cdot \text{K}^{-1}$.
- 15 5.- Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, tal que la temperatura inferior de recocido del vidrio es de al menos 500°C , principalmente 600°C .
- 6.- Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, tal que el coeficiente de dilatación térmica lineal del vidrio es de $50 \cdot 10^{-7}/\text{K}$ como máximo, principalmente está comprendido entre 30 y $45 \cdot 10^{-7}/\text{K}$.
- 20 7.- Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, tal que la relación c/a del vidrio antes del refuerzo es de 2,8 como máximo, principalmente 2,5.
- 8.- Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, tal que la tensión máxima en tracción generada en el interior del vidrio por el refuerzo térmico es de al menos 20 MPa, principalmente 25 MPa.
- 25 9.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, tal que la composición química del vidrio de borosilicato comprende sílice SiO_2 con un contenido ponderal que va de 70 a 85%, óxido de boro B_2O_3 con un contenido ponderal que va de 8% a 20% y al menos un óxido alcalino, yendo el contenido ponderal total de óxidos alcalinos de 1 a 10%.
- 10.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, tal que la composición química del vidrio de borosilicato comprende los constituyentes siguientes, que varían en los límites ponderales definidos a continuación:
- 30
- | | |
|-------------------------|--------|
| SiO_2 | 70-85% |
| B_2O_3 | 8-16% |
| Al_2O_3 | 0-5% |
| K_2O | 0-2% |
| Na_2O | 1-8% |
- 35 11.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, tal que la composición del vidrio es de tipo aluminio-boro-silicato, desprovisto de óxidos alcalinos.
- 12.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, tal que la composición química del vidrio de aluminio-boro-silicato comprende los constituyentes siguientes, que varían en los límites ponderales definidos a continuación:
- 40
- | | |
|-------------------------|------------------------------------|
| SiO_2 | 45-68%, principalmente 55-65% |
| Al_2O_3 | 8-20%, principalmente 14-18% |
| B_2O_3 | 4-18%, principalmente 5-10% |
| RO | 5-30%, principalmente 5-17% |
| R_2O | 10% como máximo, principalmente 1% |

denominando la expresión "RO" los óxidos alcalinotérreos MgO, CaO, SrO y BaO, y denominando la expresión "R₂O" los óxidos alcalinos.

- 5 13.- Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, tal que una parte de la superficie de la placa está provista de un revestimiento opaco o esencialmente opaco, tal que se dispone un material opaco, preferentemente de color oscuro, entre la placa y los elementos internos del dispositivo.