(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 880 476**

(51) Int. CI.:

C03C 3/083 (2006.01)
H05B 6/12 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2011 PCT/FR2011/053007**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **21.06.2012 WO12080672**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2011 E 11817352 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.05.2021 EP 2651838**

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

(30) Prioridad:

17.12.2010 FR 1060677

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.11.2021

(73) Titular/es:

EUROKERA S.N.C. (100.0%)
BP 1
77640 Jouarre, FR

(72) Inventor/es:

LAURENT, MATHILDE;
GY, RENÉ;
PELLETIER, STÉPHANIE y
FERRIZ, GAËLLE

(74) Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

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 dispositivos de cocción por inducción.

Los dispositivos de cocción por inducción comprenden al menos un inductor colocado debajo de una placa de vitrocerámica. Estos aparatos están integrados en una encimera o en la estructura de una cocina. La placa se usa como soporte para utensilios de cocina (cacerolas, sartenes, etc.), que se calientan en virtud de la corriente eléctrica inducida dentro de ellos por el campo magnético generado por los inductores. Para este fin se emplean vitrocerámicas de aluminosilicato de litio gracias a su resistencia al choque térmico, una consecuencia de su coeficiente de expansión térmica cero o casi cero. Las vitrocerámicas se producen sometiendo placas de vidrio de aluminosilicato de litio a un tratamiento térmico a alta temperatura que genera, dentro de la placa, cristales de estructura de cuarzo beta o espodumena beta, cuyo coeficiente de expansión térmica es negativo.

En 1980, mediante la solicitud de patente GB 2 079 119, se realizó la propuesta de usar placas de vidrio grueso (5 o 6 mm de grosor), opcionalmente templado, en lugar de vitrocerámica. Las composiciones contempladas fueron diversas: composiciones de cal sodada, borosilicato y aluminosilicato, etc. Sin embargo, estas placas nunca fueron comercializadas, ya que su resistencia termomecánica demostró ser insuficiente para el uso diario práctico y, por tanto, los aparatos de cocción por inducción, más de 30 años después, todavía están basados en vitrocerámica.

Los inventores han podido llevar a composiciones de vidrio liviano que tienen propiedades adecuadas para formar placas de vidrio que, después del reforzamiento térmico o químico, permiten el uso real de estas en dispositivos de cocción por inducción, al satisfacer las pruebas más rigurosas.

El objeto de la invención es un dispositivo de cocción por inducción que comprende al menos un inductor colocado debajo de una placa de vidrio reforzada térmicamente, siendo la composición del vidrio de tipo aluminosilicato de litio, que tiene las características como se definen en la reivindicación 1.

El refuerzo térmico también se denomina templado o endurecimiento. Esto implica calentar el vidrio por encima de su temperatura de transición vítrea y luego enfriarlo rápidamente, en general por medio de boquillas que soplan aire sobre la superficie del vidrio. Puesto que la superficie se enfría más rápidamente que el núcleo del vidrio, se forman tensiones de compresión sobre la superficie de la placa de vidrio, equilibradas por las tensiones de tracción en el núcleo de la placa. El refuerzo químico, en ocasiones denominado templado químico, es un tratamiento que emplea intercambio iónico. La sustitución superficial de un ion de la placa de vidrio (generalmente un ion de metal alcalino tal como sodio o litio) por un ion de mayor radio iónico (generalmente un ion de metal alcalino tal como potasio o sodio), hace posible crear tensiones de compresión residuales en la superficie de la placa de vidrio hasta una determinada profundidad. Preferiblemente, el vidrio se refuerza térmicamente.

Sorprendentemente, estas composiciones de vidrio, debido a sus propiedades que se explicarán en detalle más abajo, hacen posible satisfacer (después del reforzamiento térmico o químico, preferiblemente, reforzamiento térmico) los requisitos en términos de resistencia termomecánica y satisfacer las pruebas de uso.

Los rendimientos relacionados con estas composiciones y sus propiedades son tales que es posible usarlas para formar placas delgadas y/o placas de grandes dimensiones laterales, placas que tienen la mayor probabilidad de romperse. El espesor de la placa es preferiblemente como máximo 4,5 mm, en particular 4 mm e incluso 3,5 mm. El espesor es generalmente al menos 2 mm. La placa de vidrio tiene preferiblemente una dimensión lateral de al menos 0,5 m, o incluso 0,6 m. La dimensión más grande es generalmente como máximo 1,50 m.

El vidrio usado en el dispositivo según la invención tiene, preferiblemente al menos una de las siguientes seis propiedades, en todas las combinaciones posibles:

1. El producto E x α del módulo de Young y del coeficiente de dilatación térmica lineal del vidrio está entre 0,2 y 0,8 MPa x K^{-1}, en particular entre 0,3 y 0,5 MPa x K^{-1}. Un producto E x α demasiado bajo dificulta el templado térmico, mientras que un producto E x α demasiado alto reduce la resistencia al choque térmico.

2. La temperatura de recocido inferior del vidrio es al menos 600 °C, en particular 620 °C e incluso 630 °C. Esta temperatura es preferiblemente como máximo 800 °C en particular 700 °C. Denominado frecuentemente "punto de deformación" en la técnica, corresponde a la temperatura a la que la viscosidad del vidrio es de $10^{14,5}$ Poise (1 Poise = 0,1 Pa.s). Las temperaturas de recocido inferiores de los vidrios según la invención posibilitan evitar cualquier desgaste del vidrio durante el funcionamiento del dispositivo de cocción.

3. El coeficiente de dilatación térmica lineal del vidrio es como máximo 50 x 10^{-7}/K y, en particular, está entre 35 y 45 x 10^{-7}/K. Los coeficientes de expansión térmica alta no permiten obtener una resistencia adecuada al choque

térmico. Por otra parte, un coeficiente de dilatación térmica demasiado bajo dificulta la obtención de suficiente refuerzo.

4. La relación c/a del vidrio antes del reforzamiento es como máximo 0,5, en particular 0,2, incluso 0,1, después de la hendidura de Vickers bajo una carga de 1 kg, siendo c la longitud de las grietas radiales y siendo a la media diagonal de la impresión de Vickers. Esta relación es incluso preferiblemente cero. Sorprendentemente, esta propiedad, aunque se mide antes del reforzamiento, ha demostrado tener un impacto de importancia primordial en la resistencia de las placas durante el funcionamiento real de los dispositivos de cocción según la invención. Los inventores han podido observar que los vidrios de aluminosilicato de litio tienen la característica distintiva de presentar relaciones c/a excepcionalmente bajas en comparación con otros tipos de vidrio.

5. La relación $\sigma/(e \times E \times \alpha)$ del vidrio es al menos 20, en particular 30 K x mm^{-1}, siendo σ la tensión máxima generada en el núcleo del vidrio por el reforzamiento térmico, siendo e el espesor del vidrio en mm, siendo E el módulo de Young y siendo α el coeficiente de dilatación térmica lineal del vidrio. La relación $\sigma/(e \times E \times \alpha)$ es normalmente como máximo 200 K x mm^{-1}, o incluso 100 K x mm^{-1}. Esta propiedad ha demostrado tener un impacto significativo para eliminar el riesgo de rotura de la placa durante el funcionamiento del dispositivo de cocción.

6. La tensión máxima generada en el núcleo del vidrio por el reforzamiento térmico es, preferiblemente al menos 20 MPa, en particular 30 MPa, e incluso 40 MPa.

Para optimizar su resistencia termomecánica, el vidrio usado según la invención tiene preferiblemente todas estas características preferidas en combinación. Son posibles otras combinaciones, especialmente 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, 1+3+4+5+6.

En particular, el vidrio usado se templa térmicamente y tiene preferiblemente las siguientes características: su espesor es como máximo 4,5 mm, la relación c/a es como máximo 0,5, en particular 0,2 o 0,1, e incluso 0, y la relación $\sigma/(e \times E \times \alpha)$ es al menos 20 K x mm^{-1}, o incluso 30 K x mm^{-1}.

El coeficiente de dilatación térmica lineal se mide según la norma ISO 7991:1987 entre 20 °C y 300 °C. La temperatura de recocido inferior se mide según la norma ISO 7884-7:1987.

El módulo de Young (o módulo de elasticidad) se mide mediante flexión de cuatro puntos sobre un espécimen de prueba de vidrio de 100*10*4 mm^3. Los dos soportes inferiores se ubican a una distancia de 90 mm entre sí, mientras que los dos soportes superiores se ubican a una distancia de 30 mm entre sí. Los soportes superiores están centrados en relación con los soportes inferiores. La fuerza se aplica en la mitad del espécimen de prueba, desde arriba. La deformación se mide con un tensiómetro y el módulo de Young se calcula como la relación entre la tensión y la deformación.

La relación c/a se mide como se explica en detalle a continuación. Se carga un indentador Vickers de tipo TestWell FM7 a P=1000 g a temperatura ambiente, durante 30 s, siendo la velocidad de descenso igual a 50 µm/s. Las mediciones de a (media diagonal de la impresión de Vickers) y c (longitud de las grietas radiales, comenzando desde las esquinas de la impresión, en la dirección de la diagonal) se realizan mediante el uso de un microscopio óptico 1 hora después del experimento.

La tensión central σ se mide por fotoelasticidad mediante el uso de un polariscopio, por ejemplo, el polariscopio comercializado por la compañía GlasStress Ltd. con el nombre SCALP-04.

La composición química del vidrio comprende, preferiblemente, sílice SiO_2 en un contenido en peso que varía del 49 al 75 %, alúmina Al_2O_3 en un contenido en peso que varía del 15 al 30 % y óxido de litio Li_2O en un contenido en peso que varía del 1 al 8 %. Como se explica en el resto del texto, la presencia de óxido de litio en la composición, junto con alúmina, hace posible combinar una gran cantidad de ventajas que hacen que estas composiciones sean particularmente atractivas para la aplicación prevista. La composición química del vidrio está preferiblemente exenta de óxido de boro (B_2O_3).

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

SiO_2	49 – 75 %
Al_2O_3	15 – 30 %
Li_2O	1 – 8 %
K_2O	0 – 5 %
Na_2O	0 – 5 %

ZnO	0 – 5 %
MgO	0 – 5 %
CaO	0 - 5
BaO	0 – 5 %
SrO	0 – 5 %
TiO_2	0 – 6 %
ZrO_2	0 – 5 %
P_2O_5	0 – 10 %
B_2O_3	0 - 5 % (y preferiblemente 0).

Una composición química particularmente preferida comprende (o consiste esencialmente en) los siguientes constituyentes, que varían dentro de los límites de peso definidos a continuación:

SiO_2	52 – 75 %
Al_2O_3	18 – 27 %
Li_2O	2,5 – 5,5 %
K_2O	0 – 3 %
Na_2O	0 – 3 %
ZnO	0 – 3,5 %
MgO	0 – 3 %
CaO	0 - 2,5
BaO	0 – 3,5 %
SrO	0 – 2 %
TiO_2	0 – 5,5 %
ZrO_2	0 – 3 %
P_2O_5	0 – 8 %
B_2O_3	0 - 3 % (y preferiblemente 0).

Tales composiciones ya se usan para formar placas de vidrio destinadas a ceramizarse. Una vez templadas (pero no ceramizadas, ya que permanecen en el estado de vidrio), estas composiciones han demostrado ser particularmente adecuadas para usar como una placa con dispositivo de inducción. Estas composiciones tienen generalmente al menos una de las propiedades preferidas descritas anteriormente, o incluso para algunas de ellas, todas estas propiedades. En particular, las composiciones preferidas tienen una relación c/a que es muy baja, con frecuencia 0.

El sílice (SiO_2) es el principal óxido formador de vidrio. Los contenidos altos contribuirán a aumentar la viscosidad del vidrio más allá de lo que sea aceptable, mientras que los contenidos excesivamente bajos aumentarán el coeficiente de dilatación térmica. La alúmina (Al_2O_3) también contribuye a un aumento en la viscosidad del vidrio y a una reducción en su coeficiente de expansión. Tiene un efecto beneficioso sobre el módulo de Young.

El óxido de litio (Li_2O) es, preferiblemente, el único óxido de metal alcalino presente en la composición, aparte de las impurezas inevitables. Los contenidos excesivamente altos aumentan la tendencia del vidrio a desvitrificarse. Los óxidos de metales alcalinos hacen posible fluidizar el vidrio y, por lo tanto, facilitar la fusión y refinación de este, pero el óxido de sodio y el óxido de potasio tienen la desventaja de aumentar el coeficiente de dilatación térmica del vidrio y de reducir su temperatura de recocido más baja. El óxido de litio hace posible mantener coeficientes de dilatación térmica bajos en comparación con los otros óxidos de metales alcalinos. Se ha observado, además, que el óxido de litio hizo posible obtener valores excepcionalmente bajos de la relación c/a, incluso en determinados casos valores cero, que son particularmente beneficiosos en la aplicación objetivo. La alta movilidad del ion de litio, debido a su pequeño tamaño, podría ser la causa de esta propiedad.

Los óxidos de metales alcalinotérreos, y también el óxido de bario (BaO), son útiles para facilitar que el vidrio se funda y se refine debido a su efecto de reducción de la viscosidad a alta temperatura.

El óxido de magnesio y el óxido de cinc han demostrado ser particularmente útiles para obtener relaciones de c/a bajas. Por otra parte, los óxidos de calcio, boro, estroncio y bario tienen una tendencia a aumentar esta relación, de manera que su contenido se reduce, preferiblemente,. Preferiblemente, la composición del vidrio está exenta de B_2O_3.

El óxido de titanio y el óxido de circonio no son obligatorios, pero su presencia contribuye a aumentar el módulo de Young del vidrio. La suma de sus contenidos en peso es, por lo tanto, ventajosamente al menos el 1 %, o incluso el 2 %.

Debe entenderse que la expresión “consiste esencialmente en” significa que los óxidos mencionados anteriormente constituyen al menos el 96 % o incluso el 98 % del peso del vidrio. La composición usualmente comprende aditivos que

se utilizan para refinar el vidrio o para dar color al vidrio. Los agentes de refino se seleccionan normalmente de óxidos de arsénico, de antimonio, de estaño y de cerio, halógenos y sulfuros metálicos, en particular sulfuro de zinc. La cantidad en peso de agentes de refino normalmente es de no más del 1 %, preferiblemente entre el 0,1 % y el 0,6 %. Los agentes colorantes son óxido de hierro, presente como impureza en la mayoría de los materiales de partida, óxido de cobalto, óxido de cromo, óxido de cobre, óxido de vanadio, óxido de níquel y selenio. La cantidad total en peso de agentes colorantes normalmente es de no más del 2 %, o incluso del 1 %. La introducción de uno o más de estos agentes puede dar como resultado una placa de vidrio oscura, con muy poca transmitancia de la luz (normalmente no más del 3 %, en particular el 2 % e incluso el 1 %), que tendrá la ventaja de ocultar los inductores, el cableado eléctrico y también los circuitos para el control y la monitorización del aparato de cocción. Otra alternativa, descrita adicionalmente en el texto, implica equipar parte de la superficie de la placa con un recubrimiento opaco o sustancialmente opaco, o disponer un material opaco, preferiblemente de color oscuro, entre la placa y los elementos internos del aparato.

Las placas pueden fabricarse de una manera conocida fundiendo las materias primas pulverulentas, seguido por la conformación del vidrio resultante. La fusión se lleva a cabo típicamente en hornos refractarios con la ayuda de quemadores que usan aire, o mejor aún, oxígeno como oxidante y gas natural o fueloil como combustible. Las resistencias de molibdeno o platino sumergidas en el vidrio fundido también pueden proporcionar parte o toda la energía usada para obtener el vidrio fundido. Los materiales de partida (sílice, espodumena, petalita, etc.) se introducen en el horno y, bajo el efecto de las altas temperaturas, experimentan diversas reacciones químicas, tales como reacciones de descarbonatación, reacciones de fusión real, etc. La temperatura máxima alcanzada por el vidrio normalmente es de al menos 1500 °C, en particular entre 1600 y 1700 °C. El vidrio puede conformarse para dar placas de una manera conocida mediante la laminación del vidrio entre rodillos de metal o cerámica, o también mediante el procedimiento de flotación, una técnica que implica verter el vidrio fundido sobre un baño de estaño fundido.

Como se indicó anteriormente, es preferible que la placa de vidrio sea capaz de ocultar los inductores, el cableado eléctrico y además los circuitos de control y monitoreo del dispositivo de cocción. Preferiblemente, solo los dispositivos de visualización son visibles para el usuario. En particular, cuando la transmisión de la placa de vidrio cuando es demasiado alta (típicamente, por encima del 3 %), es posible proporcionar una porción de la superficie de la placa (la que, en el dispositivo de cocción, se ubica opuesta a los elementos que se ocultarán) con un recubrimiento depositado sobre y/o debajo de la placa, teniendo dicho recubrimiento la capacidad de absorber y/o reflejar y/o dispersar la radiación de luz. El recubrimiento puede depositarse debajo de la placa, es decir, en la superficie orientada hacia los elementos internos del dispositivo, también denominada “cara inferior”, y/o en la placa, es decir en la cara superior.

El recubrimiento puede ser continuo o discontinuo, por ejemplo puede tener patrones, o una malla o pantalla con puntos o moteada. Especialmente, puede ser un esmalte de tela metálica colocado en la cara superior de la placa. En determinados casos, el recubrimiento puede ser continuo en determinadas zonas y discontinuo en otras zonas. Por lo tanto, es posible tener un nivel de recubrimiento discontinuo con los elementos térmicos y un recubrimiento continuo en cualquier otro lugar, mientras se reserva una zona no recubierta opuesta a los dispositivos emisores de luz. La transmisión de luz de la placa equipada con su recubrimiento, en las zonas recubiertas, es preferiblemente como máximo 0,5 % e incluso 0,2 %. El recubrimiento puede ser completamente opaco.

La zona opuesta a los dispositivos emisores de luz también puede proporcionarse con un recubrimiento, con la condición de que este recubrimiento no sea opaco.

Ventajosamente, la placa comprende, además, una decoración en la cara superior, hecha, generalmente, de esmalte, cuya función es decorativa, y que no pretende enmascarar los elementos internos del dispositivo de cocción. La decoración hace posible, generalmente, identificar las zonas de calentamiento (por ejemplo, al representarlas en forma de un círculo), las zonas de control (especialmente los controles sensibles al tacto) y las zonas para proporcionar información o representar un logotipo. Esta decoración debe diferenciarse del recubrimiento descrito anteriormente y, más específicamente, en lo sucesivo, que constituye un medio de enmascaramiento real.

Preferiblemente, el recubrimiento 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 óxido metálico, nitruro, oxinitruro u oxicarbida. Preferiblemente, las capas orgánicas se depositarán en la cara inferior, mientras que las capas minerales, especialmente los esmaltes, se depositarán en la cara superior.

La pintura que puede usarse se selecciona ventajosamente para que soporte altas temperaturas y presente estabilidad a lo largo del tiempo con respecto a su color y su cohesión con la placa, y no afecte negativamente a las propiedades mecánicas de la placa.

La pintura usada tiene ventajosamente una temperatura de degradación superior a 300 °C, en particular, entre 350 °C y 700 °C. Generalmente, se basa en resina(s), en su caso rellena (por ejemplo, con pigmento(s) o tinte(s)), y se diluye opcionalmente para ajustar su viscosidad con la finalidad de aplicarla a la placa, el diluyente o disolvente (por ejemplo,

aguarrás mineral, tolueno, disolventes de tipo hidrocarburo aromático, tales como el disolvente comercializado con la marca comercial Solvesso 100® por Exxon, etc.) que se elimina, en su caso, durante el horneado posterior de la pintura.

Por ejemplo, la pintura puede ser una pintura basada en al menos una resina de silicona, en particular, una resina de silicona modificada por la incorporación de al menos un sustituyente, tal como un sustituyente alquido o fenilo o metilo, etc. También es posible añadir pigmentos como colorantes, tales como pigmentos para esmaltes (seleccionados, por ejemplo, de componentes que contienen óxidos metálicos, tales como óxidos de cromo, óxidos de cobre, óxidos de hierro, óxidos de cobalto, óxidos de níquel o de cromatos de cobre, cromatos de cobalto, etc.), TiO_2, etc. También es posible utilizar como pigmentos partículas de uno o más metales tales como aluminio, cobre, hierro, etc. o aleaciones basadas en al menos uno de estos metales. Los pigmentos también pueden ser "pigmentos de efecto" (pigmentos que tienen un efecto metálico, pigmentos de interferencia, pigmentos nacarados, etc.), ventajosamente en forma de hojuelas de óxido de aluminio (Al_2O_3) recubiertas con óxidos metálicos; pueden mencionarse, por ejemplo, los pigmentos comercializados por MERCK con la marca comercial Xirallic®, tales como pigmentos TiO_2/Al_2-O_3 o pigmentos de interferencia (Crystal Silver Xirallic® T-50-10SW o Galaxy Blue Xirallic® T-60-23SW o Stellar Green Xirallic® T-60-24SW) o pigmentos Fe_2O_3/Al_2O_3 (Fireside Copper Xirallic® T-60-50SW o Radiant Red Xirallic® F-60-51). Otros pigmentos de efecto que pueden usarse son, por ejemplo, pigmentos nacarados basados en partículas de mica recubiertas con óxidos o una combinación de óxidos (seleccionados, por ejemplo, de TiO_2, Fe_2O_3, Cr_2O_3, etc.), tales como las comercializadas con la marca comercial IRIODIN® por Merck, o basados en plaquetas de sílice recubiertas con óxidos o una combinación de óxidos (como los anteriores), tales como las comercializadas con la marca comercial Colorstream® por Merck. Las cargas u otros pigmentos de coloración convencionales pueden incorporarse, además, con los pigmentos de efecto mencionados anteriormente.

De manera particularmente preferible, la pintura usada comprende al menos (o se basa en) un (co)polímero resistente a altas temperaturas (en particular, que tiene una temperatura de degradación por encima de 400 ºC), siendo posible o no que esta pintura contenga al menos una carga mineral para asegurar su cohesión o su refuerzo mecánico y/o su coloración. Este (co)polímero o resina puede ser especialmente una o más de las siguientes resinas: resina de poliimida, poliamida, polifluorada, polisilsesquioxano y/o polisiloxano.

Se prefieren, particularmente, las resinas de polisiloxano: son incoloras y, por lo tanto, capaces de colorearse (por ejemplo, con cargas o pigmentos que les dan el color deseado); pueden usarse en estado reticulable (generalmente debido a la presencia de grupos SiOH y/o SiOMe en su fórmula, alcanzando estos grupos usualmente, hasta del 1 al 6 % en peso de su peso total), o pueden convertirse (reticularse o pirolizarse). Ventajosamente, tienen dentro de su fórmula unidades de fenilo, etilo, propilo y/o vinilo, muy ventajosamente unidades de fenilo y/o metilo. Preferiblemente, se seleccionan de polidimetilsiloxanos, polidifenilsiloxanos, polímeros de fenilmetilsiloxano y copolímeros de dimetilsiloxano/difenilsiloxano.

Las resinas de polisiloxano reticulables preferiblemente usadas tienen, generalmente, un peso molecular promedio en peso (Mp) entre 2000 y 300.000 Daltons.

Puede indicarse, sin carácter limitativo, que las resinas Dow Corning® 804, 805, 806, 808, 840, 249, 409 HS y 418 SH, las resinas Rhodorsil® 6405 y 6406 de Rhodia, las resinas Triplus® de General Electric Silicone, y las resinas SILRES® 604 de Wacker Chemie GmbH, son perfectamente adecuadas.

Las resinas seleccionadas de este modo pueden soportar en particular el calentamiento por inducción.

La pintura puede estar exenta de cargas minerales, especialmente si su espesor permanece pequeño. Sin embargo, tales cargas minerales se usan, generalmente, por ejemplo, para reforzar mecánicamente la capa de pintura depositada, para contribuir a la cohesión de dicha capa y a su fijación a la placa, para combatir la apariencia y propagación de grietas dentro de ella, etc. Para tales fines, al menos una fracción de dichas cargas minerales tiene preferiblemente una estructura laminar. Las cargas pueden usarse, además, para la coloración. En su caso, pueden usarse varios tipos de cargas complementarios (por ejemplo, cargas incoloras para refuerzo mecánico y otras cargas tales como pigmentos para dar color). La cantidad eficaz de cargas minerales corresponde generalmente a un contenido de volumen del 10 al 60 %, más particularmente del 15 al 30 % (contenidos de volumen basados en el volumen total de las cargas y de la pintura).

El grosor de cada capa de pintura aplicada puede ser de entre 1 y 100 micrómetros, en particular entre 5 y 50 micrómetros. La pintura o resina puede aplicarse mediante cualquier técnica adecuada, tal como deposición con cepillo, deposición con rasqueta, atomización, deposición electrostática, recubrimiento por inmersión, recubrimiento por cortina, serigrafía, impresión por chorro de tinta, etc. y preferiblemente tiene lugar por serigrafía (u opcionalmente deposición con rasqueta). La técnica de serigrafía es particularmente ventajosa porque hace fácilmente posible reservar determinadas zonas de la placa, especialmente las zonas que se orientarán hacia los dispositivos emisores de luz, o incluso las zonas ubicadas opuestas al medio térmico radiante. Cuando se usan otras técnicas, las áreas reservadas pueden obtenerse al colocar máscaras adecuadas sobre las zonas que no se desea cubrir.

La aplicación puede ir seguida por un tratamiento térmico destinado a garantizar, cuando sea apropiado, el secado, la reticulación, la pirólisis, etc., de la capa o capas aplicadas.

Preferiblemente, se selecciona al menos una capa de pintura en la cual la resina, al menos en parte, se ha reticulado y/o pirolizado, parcial o completamente y/o no se ha tratado térmicamente (la resina puede destinarse, opcionalmente, a retirarse de los lugares donde no se ha tratado térmicamente), consistiendo dicha capa de pintura, en parte o completamente, en una mezcla a) de cargas minerales y b) en al menos una resina de polisiloxano reticulable (casi) exenta de precursor(es) de material(es) a base de carbono y/o en al menos una resina de polisiloxano reticulada (casi) exenta de material(es) a base de carbono y en precursor(es) de material(es) a base de carbono y/o en una matriz mineral porosa basada en sílice (habiéndose la resina, por ejemplo, pirolizado y, por lo tanto, mineralizado), (casi) exenta de material(es) a base de carbono, distribuyéndose las cargas minerales en la resina o la matriz.

La capa de pintura se cubre preferiblemente con una capa protectora, por ejemplo hecha de resina de silicona modificada por sustituyentes alquilo o resina de polisiloxano.

Tal como se indicó anteriormente, el recubrimiento también puede ser un esmalte. El esmalte se forma a partir de un polvo que comprende una frita de vidrio y pigmentos (estos pigmentos también pueden ser parte de la frita) y a partir de un medio para su aplicación al sustrato.

La frita de vidrio se obtiene preferiblemente a partir de una combinación vitrificable que comprende, en general, óxidos seleccionados en particular de óxidos de silicio, de zinc, de sodio, de boro, de litio, de potasio, de calcio, de aluminio, de magnesio, de bario, de estroncio, de antimonio, de titanio, de circonio y/o de bismuto. Los vidrios porosos que son particularmente adecuados se describen en las solicitudes FR 2782318 o WO 2009/092974.

Los pigmentos pueden seleccionarse de compuestos que contienen óxidos metálicos tales como óxido de cromo, óxido de cobre, óxido de hierro, óxido de cobalto, óxido de níquel, etc., o pueden seleccionarse de cromato de cobre o cromato de cobalto, etc., siendo el contenido de pigmento(s) en el conjunto de frita(s)/pigmento(s), por ejemplo, entre el 30 % y el 60 % en peso.

Los pigmentos también pueden ser “pigmentos de efecto” (pigmentos que tienen un efecto metálico, pigmentos de interferencia, pigmentos nacarados, etc.), tales como los citados anteriormente en relación con las pinturas. El contenido de pigmentos de efecto puede ser, por ejemplo, del orden del 30 % al 60 % en peso en relación con la base (vidrio poroso) en la que se incorporan.

La capa puede depositarse especialmente mediante serigrafía (suspendiéndose la base y los pigmentos, en su caso, en un medio adecuado, destinado generalmente a consumirse en una etapa de cocción posterior, siendo posible que este medio, en particular, comprenda disolventes, diluyentes, aceites, resinas, etc.); siendo el espesor de la capa, por ejemplo, del orden de 1 a 6 µm.

La técnica de serigrafía es particularmente ventajosa porque hace fácilmente posible reservar diversas zonas de la placa, especialmente las zonas que estarán opuestas a los dispositivos emisores de luz.

La capa de esmalte o cada capa de esmalte usada para formar el recubrimiento es, preferiblemente, una sola capa, separada de otra(s) capa(s) de esmalte opcional(es) y que tiene un espesor que, generalmente no excede de 6 µm, preferiblemente no excede de 3 µm. La capa de esmalte se deposita, generalmente, por serigrafía.

El recubrimiento también puede ser una capa metálica o una capa de óxido metálico, nitruro, oxinitruro u oxicarburo. El término “capa” debe entenderse además que incluye pilas de capas. Esta capa puede ser absorbente y/o reflectante.

Por lo tanto, esta capa puede ser, por ejemplo, al menos una única capa metálica o principalmente metálica (por ejemplo una capa delgada de Ag, W, Ta, Mo, Ti, Al, Cr, Ni, Zn, Fe, o de una aleación basada en varios de estos metales, o una capa delgada basada en aceros inoxidables, etc.), o puede ser una pila de (sub)capas que comprende una o más capas metálicas, por ejemplo una capa metálica (o principalmente metálica) protegida ventajosamente (recubierta en al menos una cara y preferiblemente en sus dos caras opuestas) por al menos una capa basada en un material dieléctrico (por ejemplo, al menos una capa hecha de plata o de aluminio recubierta con al menos una capa protectora de S_3N_4 - en particular una pila de Si_3N_4/metal/Si_3N_4 - o una capa protectora de SiO_2).

Alternativamente, puede ser un recubrimiento de una sola capa basada en un material dieléctrico que tiene un índice de refracción n alto, es decir, un índice de refracción superior a 1,8, preferiblemente superior a 1,95 y de forma particularmente preferible superior a 2, por ejemplo una sola capa de TiO_2, o de Si_3N_4, o de SnO_2, etc.

En otra realización ventajosa, la capa puede formarse a partir de una pila de (sub)capas delgadas basadas en material(es) dieléctrico(s) que tienen alternativamente índices de refracción altos (preferiblemente superiores a 1,8, o incluso 1,95 o incluso 2 como se ha explicado anteriormente) y bajos (preferiblemente menos de 1,65), especialmente material(es) de los siguientes tipos: óxido metálico (o nitruro u oxinitruro metálico), tal como TiO_2, SiO_2 u óxido mixto

(estaño-cinc, cinc-titanio, silicio-titanio, etc.) o aleación, etc.; siendo ventajosamente la (sub)capa que se deposita en primer lugar, en su caso, y que, por lo tanto, se encuentra contra la cara interior de la placa una capa de alto índice de refracción.

Como material de (sub)capa de alto índice de refracción, se pueden mencionar, por ejemplo, TiO_2 u opcionalmente SnO_2, Si_3N_4, $Sn_xZn_yO_z$, TiO_x o $Si_xTi_yO_z$, ZnO, ZrO_2, Nb_2O_5 etc. Como material de (sub)capa de bajo índice de refracción, se pueden mencionar, por ejemplo, SiO_2, u opcionalmente un oxinitruro y/u oxicarburo de silicio, o un óxido mixto de silicio y aluminio, o un compuesto de flúor, por ejemplo, de tipo MgF_2 o AlF_3, etc.

La pila puede comprender, por ejemplo, al menos tres (sub)capas, siendo la capa más cercana al sustrato una capa de índice de refracción alto, siendo la capa intermedia una capa de índice de refracción bajo y siendo la capa exterior una capa de índice de refracción alto (por ejemplo, una pila que comprende la siguiente alternancia de capas de óxido: (sustrato) – $TiO_2/SiO_2/TiO_2$).

El espesor (geométrico) de cada capa basado en la(s) capa(s) delgada(s) que se deposita(n) está generalmente entre 15 y 1000 nm, en particular 20 y 1000 nm (siendo el espesor del sustrato generalmente unos pocos milímetros, más frecuentemente alrededor de 4 mm), siendo posible que el espesor de cada una de las (sub)capas (en el caso de una pila) varíe entre 5 y 160 nm, generalmente entre 20 y 150 nm (por ejemplo en el caso de la pila de $TiO_2/SiO_2/TiO_2$, puede ser alrededor de unas pocas decenas de nanómetros, por ejemplo alrededor de 60-80 nm, para las capas de TiO_2 y alrededor de 60-80 o 130-150 nm para la capa de SiO_2 dependiendo de la apariencia, por ejemplo, más plateada o más dorada, que se desea obtener).

La capa basada en una o más capas delgadas puede aplicarse a la placa en línea o en una etapa posterior (por ejemplo, después del corte y/o conformación de dicha placa). Puede aplicarse especialmente mediante pirólisis (polvo, líquido o gaseoso), evaporación o atomización. Preferiblemente, se deposita por atomización y/o mediante un método de deposición al vacío y/o mejorado con plasma; en particular se usa el método de depositar la(s) capa(s) mediante pulverización (por ejemplo pulverización magnetrónica), especialmente mejorada con un campo magnético (y en modo CC o CA), depositándose los óxidos o nitruros desde uno o más objetivos de metal o aleación o silicio o cerámica adecuados, si es necesario en condiciones oxidantes o de nitruración (mezclas de argón/oxígeno o argón/nitrógeno en su caso). También es posible depositar, por ejemplo, las capas de óxido mediante pulverización reactiva del metal en cuestión en presencia de oxígeno y las capas de nitruro en presencia de nitrógeno. Para producir SiO_2 o Si_3N_4, se puede usar un anticátodo de silicio que esté ligeramente dopado con un metal tal como aluminio para hacerlo suficientemente conductor. La(s) (sub)capa(s) seleccionada(s) según la invención se condensan en el sustrato de manera particularmente homogénea, sin que se produzca ninguna separación ni delaminación.

Además de la placa de vidrio y al menos un inductor (preferiblemente tres o cuatro e incluso cinco), el dispositivo de cocción puede comprender al menos un dispositivo emisor de luz, al menos un dispositivo de control y monitoreo, estando el conjunto en un alojamiento.

Un dispositivo emisor de luz, el dispositivo emisor de luz o cada dispositivo emisor de luz se selecciona ventajosamente de diodos emisores de luz (por ejemplo, pertenecientes a pantallas de 7 segmentos), liquid crystal displays (pantallas de cristal líquido - LDC), optionally organic, light-emitting diode (pantallas opcionalmente orgánicas de diodos emisores de luz - OLED) y fluorescent displays (pantallas fluorescentes - VFD). Los colores observados a través de la placa son diversos: rojo, verde, azul y todas las combinaciones posibles, que incluyen amarillo, violeta, blanco, etc. Estos dispositivos emisores de luz pueden ser puramente decorativos, por ejemplo, pueden separar visualmente diversas zonas de la placa. Sin embargo, más frecuentemente tendrán una función funcional que muestra diversa información útil para el usuario, especialmente la indicación del poder de calentamiento, de la temperatura, de los programas de cocción, del tiempo de cocción, de las zonas de la placa que exceden una temperatura predeterminada.

Los dispositivos de control y monitoreo comprenden generalmente controles sensibles al tacto, por ejemplo del tipo capacitivo o infrarrojo.

Todos los elementos internos están unidos generalmente a un alojamiento, a menudo metálico, que constituye, por lo tanto, la parte inferior del dispositivo de cocción, normalmente oculta en la encimera o en el cuerpo de la cocina.

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

Una lámina de vidrio de aluminosilicato de litio con un espesor de 4 mm y que tiene la composición en peso definida a continuación se produce de una manera conocida fundiendo y conformando mediante laminado. De esta lámina de vidrio se cortan placas de 590*590 mm^2.

SiO_2	68,6 %

Al_2O_3	19,5 %
Li_2O	3,6 %
ZnO	1,8 %
MgO	1,2 %
BaO	0,8 %
TiO_2	2,7 %
ZrO_2	1,7 %
Fe_2O_3	0,017 %

La relación c/a es 0.

A continuación, la lámina de vidrio se templa térmicamente, por calentamiento a 840 °C y enfriamiento en aire, de manera que la tensión máxima del núcleo sea de 50 MPa.

Las propiedades de la lámina de vidrio son las siguientes:

Módulo de Young (E): 78 GPa.

Coeficiente de dilatación lineal (α): 41 x 10^{-7}/K.

E x α: 0,32 MPa/K.

Temperatura de recocido inferior: 640 °C.

σ/(e x E x α) : 39 K/mm.

Esta placa se compara con dos placas comparativas del mismo tamaño, una que es una placa de vidrio de composición de soda-cal de sílice, siendo la otra una placa de vidrio de composición de borosilicato.

El vidrio de borosilicato tiene la siguiente composición en peso:

SiO_2	79 %
Al_2O_3	2,5 %
B_2O_3	14,2 %
Fe_2O_3	0,012 %
Na_2O	3,6 %
K_2O	0,6 %

El vidrio de soda-cal de sílice tiene la siguiente composición en peso:

SiO_2	69 %
Al_2O_3	0,5 %
CaO	10,0 %
Na_2O	4,5 %
K_2O	5,5 %
SrO	7,0 %
ZrO_2	3,5 %

Las propiedades de la placa de vidrio de soda-cal de sílice son las siguientes.

El espesor es de 4 mm.

La relación c/a es 3,4.

La lámina de vidrio se templa térmicamente de manera que la tensión máxima del núcleo sea de 70 MPa.

Módulo de Young (E): 76 GPa.

Coeficiente de dilatación lineal (a): 76 x 10^{-7}/K.

E x α: 0,58 MPa/K.

Temperatura de recocido inferior: 582 °C.

σ/(e x E x α) : 30 K/mm.

Las propiedades de la placa de vidrio de borosilicato son las siguientes.

El espesor del vidrio es 3,8 mm.

La relación c/a es 1,7.

La lámina de vidrio se refuerza térmicamente para que la tensión máxima del núcleo sea de 4 MPa.

Módulo de Young (E): 64 GPa.

Coeficiente de dilatación lineal (α): 32 x 10^{-7}/K.

E x α: 0,20 MPa/K.

Temperatura de recocido inferior: 518 °C.

σ/(e x E x α) : 5 K/mm.

Las pruebas de uso de la placa se describen a continuación.

Cada placa de vidrio se somete a un ciclo de prueba que comprende sucesivamente las siguientes etapas:

- 2 pasadas de arena, con una carga de 3,9 g/cm^2,
- una prueba de "cacerola vacía", a continuación, si la placa no se ha roto,
- 5 pasadas de un estropajo comercializado con el nombre Scotch Brite Green, bajo una carga de 1 kg/cm^2,
- una prueba de "cacerola vacía", a continuación, si la placa no se ha roto,
- 10 pasadas de una cacerola de fondo triple de acero inoxidable de 4,5 kg,
- una prueba de "cacerola vacía".

La prueba de "cacerola vacía" se realiza de la siguiente manera. El centro de la placa se coloca sobre el elemento de calentamiento de una placa de inducción equipada con un inductor de referencia E.G.O. A2, sin sujetar los bordes de la placa. Se llevan a ebullición 200 mililitros de agua a la máxima potencia, en una cacerola Lagostina Pandora de 20 cm de diámetro. Una vez que todo el agua se ha evaporado, la placa solo se apaga después de que la cacerola se haya vacío durante 10 a 15 minutos. La temperatura máxima alcanzada por la placa en la cara inferior alcanza 390 °C.

Se considera que la placa es satisfactoria si no se observa rotura después de este ciclo de pruebas.

Ninguna de las 10 placas de vidrio de aluminosilicato de litio probadas se rompe después de este ciclo de pruebas. Con respecto a la placa de vidrio de borosilicato, por otra parte, las 10 placas probadas se rompieron. Para el vidrio de soda-cal de sílice, se rompieron 5 placas de las 10 probadas. Por lo tanto, el vidrio de aluminosilicato de litio es muy superior a los otros vidrios probados.

La placa de vidrio de aluminosilicato de litio también soporta la prueba de choque térmico que se describe a continuación. Esta prueba repite el ciclo definido anteriormente, pero la prueba de cacerola vacía se reemplaza por una prueba de choque térmico. Para realizar esta prueba, el centro de la placa se expone durante 20 min a 420 °C utilizando un elemento de calentamiento radiante y a continuación se vierten 100 ml de agua a temperatura ambiente sobre la zona de calentamiento.

Ninguna de las 5 placas de vidrio de aluminosilicato de litio probadas se rompió al final de este ciclo.

Por lo tanto, el vidrio de aluminosilicato de litio templado demuestra que es un reemplazo ventajoso de las cerámicas de vidrio de aluminosilicato de litio en dispositivos de calentamiento por inducción.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de cocción por inducción que comprende al menos un inductor colocado debajo de una placa de vidrio reforzada térmicamente, **caracterizado por que** la composición del vidrio es de tipo aluminosilicato de litio, de manera que la relación c/a del vidrio antes del reforzamiento es como máximo 0,5 después de la hendidura de Vickers bajo una carga de 1 kg, siendo c la longitud de las grietas radiales y siendo a la media diagonal de la impresión de Vickers, y la relación σ/e x E x α del vidrio templado térmicamente es al menos 20 K x mm^{-1}, siendo σ la tensión máxima generada en el núcleo del vidrio por el reforzamiento térmico, siendo e el espesor del vidrio en mm, siendo E el módulo de Young y siendo α el coeficiente de dilatación térmica lineal del vidrio.

2. El dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, de manera que el espesor de la placa es como máximo 4,5 mm, en particular 4 mm.

3. El dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, de manera que la placa de vidrio tiene una dimensión lateral de al menos 0,5 m.

4. El dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, de manera que el producto E x α del módulo de Young y del coeficiente de dilatación térmica lineal del vidrio está entre 0,2 y 0,8 MPa x K^{-1}, en particular entre 0,3 y 0,5 MPa x K^{-1}.

5. El dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, de manera que la temperatura de recocido inferior del vidrio es al menos 600 °C, en particular 620 °C.

6. El dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, de manera que el coeficiente de dilatación térmica lineal del vidrio es como máximo 50 x 10^{-7}/K, y en particular está entre 35 y 45 x 10^{-7}/K.

7. El dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, de manera que la relación c/a del vidrio antes del reforzamiento es como máximo 0,1.

8. El dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, de manera que la relación σ/e x E x α del vidrio templado térmicamente es al menos 30 K x mm^{-1}.

9. El dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, de manera que la tensión máxima generada en el núcleo del vidrio por el reforzamiento térmico es al menos 20 MPa, en particular 30 MPa, e incluso 40 MPa.

10. El dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, de manera que el vidrio se templa térmicamente y tiene las siguientes características: su espesor es como máximo 4,5 mm, la relación c/a es como máximo 0,5, en particular 0,2, o 0,1 e incluso 0, y la relación σ/(e x E x α) es al menos 20 K x mm^{-1}, o incluso 30 K x mm^{-1}.

11. El dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, de manera que la composición química del vidrio comprende sílice SiO_2 en un contenido en peso que varía del 49 % al 75 %, alúmina Al_2O_3 en un contenido en peso que varía del 15 % al 30 %, y óxido de litio Li_2O en un contenido en peso que varía del 1 % al 8 %.

12. El dispositivo según la reivindicación anterior, de manera que la composición química del vidrio comprende los siguientes constituyentes, que varían dentro de los límites de peso definidos a continuación:

SiO_2	49 – 75 %
Al_2O_3	15 – 30 %
Li_2O	1 – 8 %
K_2O	0 – 5 %
Na_2O	0 – 5 %
ZnO	0 – 5 %
MgO	0 – 5 %
CaO	0 - 5
BaO	0 – 5 %
SrO	0 – 5 %
TiO_2	0 – 6 %
ZrO_2	0 – 5 %
P_2O_5	0 – 10 %
B_2O_3	0 – 5 %

13. El dispositivo según la reivindicación anterior, de manera que la composición química del vidrio comprende los siguientes constituyentes, que varían dentro de los límites de peso definidos a continuación:

SiO_2	52 – 75 %
Al_2O_3	18 – 27 %
Li_2O	2,5 – 5,5 %
K_2O	0 – 3 %
Na_2O	0 – 3 %
ZnO	0 – 3,5 %
MgO	0 – 3 %
CaO	0 - 2,5
BaO	0 – 3,5 %
SrO	0 – 2 %
TiO_2	0 – 5,5 %
ZrO_2	0 – 3 %
P_2O_5	0 – 8 %
B_2O_3	0 – 3 %

14. El dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, de manera que una porción de la superficie de la placa está equipada con un recubrimiento opaco o sustancialmente opaco, o de manera que un material opaco, preferiblemente de color oscuro, se coloca entre la placa y los elementos internos del dispositivo.