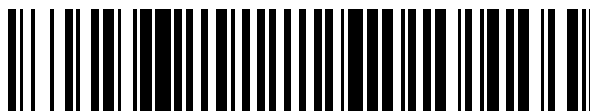


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 019**

51 Int. Cl.:

**B28D 1/22** (2006.01)

**B23K 26/40** (2006.01)

**B23K 26/08** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2007** **E 07009423 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2012** **EP 1990168**

54 Título: **Procedimiento para la separación térmica por láser de placa de material cerámico o de otro material de placa frágil**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.04.2013**

73 Titular/es:

**GRENZEBACH MASCHINENBAU GMBH (100.0%)**  
**ALBANUSSTRASSE 1**  
**86663 ASBACH-BÄUMENHEIM/HAMLAR, DE**

72 Inventor/es:

**FRIEDL, WOLFGANG, DIPL.-ING. (FH)**

ES 2 400 019 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

Procedimiento para la separación térmica por láser de placa de material cerámico o de otro material de placa frágil.

La invención se refiere a un procedimiento para la separación térmica por láser de placa de material frágil, en particular placa de material cerámico de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Un procedimiento de este tipo se conoce a partir del documento EP 0 448 168 A1.

A este respecto, por el concepto "Placa de material cerámico u otro material frágil" debe entenderse placas de varios milímetros de espesor (en particular de 3 a 20 mm aproximadamente) de material frágil como cerámica dura, cerámica de porcelana, o artículos de alfarería, pero también, por ejemplo, placas de vidrio especial extremadamente grueso.

Un campo de aplicación especial de la invención es, por ejemplo, la división de placas cerámicas fabricadas de formato grande en formatos de baldosas más pequeños deseados durante la fabricación de baldosas de construcción de material cerámico de diferentes grados de dureza.

Actualmente, el formateo de baldosas de construcción se realiza de una manera predominante dividiendo el material en placa "verde" antes de la cocción a través de estampación en los formatos de baldosas deseados. Pero esto tiene el inconveniente de que la transición a otros formatos de baldosas es extremadamente costosa de tiempo y, por lo tanto, cara. Esto conduce a la necesidad de grandes almacenamientos en el fabricante. Las líneas de producción más recientes trabajan con la fabricación de baldosas mayores, que son cortadas entonces después de la cocción en formatos más pequeños. Este corte se realiza con la ayuda de dispositivos mecánicos de rayado y rotura o se lleva a cabo por medio de sierras. Pero esta tecnología se revela también como poco satisfactoria.

En los últimos años se ha trabajado intensivamente en la separación térmica por láser de material de placa de vidrio como alternativa a la separación mecánica convencional a través de rayado y rotura siguiente. En el centro de estos trabajos estaba especialmente la rotura de vidrio plano.

El documento DE 199 62 906 A1 propone para cortar piezas de trabajo planas de material de rotura frágil, con lo que se entiende esencialmente vidrio plano, producir mecánicamente una pista de rayado a lo largo de la línea de separación deseada y a continuación activar, a través de calentamiento oscilante de corta duración a lo largo de una sección de la pista de rayado por medio de un rayo láser, la rotura del material a lo largo de la pista de rayado.

Se conoce a partir del documento EP 0 448 168 A1 un procedimiento para la separación de una placa quebradiza, con lo que se entiende de nuevo en primer término una placa de vidrio, en el que se realiza una pasada múltiple de la línea de separación prevista con un rayo láser sobre toda la línea de separación para la introducción de calor y la generación de tensiones termomecánicas, para romper la placa, partiendo de un rayado previamente aplicado, a lo largo de la línea de separación.

El documento US 2002/1 79 667 A1 propone para la separación de placas de material quebradizo, en particular vidrio o cerámica, el calentamiento a lo largo de una línea de separación perfilada de forma opcional con un rayo láser a lo largo de la línea de separación prevista, seguido de una tobera de refrigeración, siendo generado después de la curvatura de la línea de separación por medio del rayo láser oscilante un foco de longitud variable en el intervalo de 10 mm a 100 mm.

Se conoce a partir del documento US 2003/0 62 348 A1 un procedimiento para la separación de sustratos no metálicos como por ejemplo vidrio, en el que un primer rayo láser separa la línea de separación prevista, luego se aplica un refrigerante para la generación de tensiones térmicas y a continuación se repasa la línea de separación prevista por medio de un segundo rayo láser.

Se conoce a partir del documento WO 02/48 0 59 A1 un procedimiento para la separación de placas de vidrio o cerámica a través de la generación de una tensofisuración térmica a lo largo de la línea de separación prevista, en el que un rayo láser introduce calor a lo largo de la línea de separación prevista en la placa, en el que, por ejemplo a través de concentración del rayo láser sobre una zona que se encuentra debajo de la superficie de la placa se controla el fondo de tal manera que se forma una grieta inicial esencialmente sin erosión de material.

Todos estos procedimientos diferentes conocidos se designan, en efecto, en general, como procedimientos para la separación de material quebradizo como vidrio o cerámica, pero se describen en los ejemplos de realización en cada caso especialmente con relación a la separación de vidrio plano y también son especialmente adecuados, como se conoce, para este campo de aplicación. Sin embargo, ninguno de los documentos mencionados se ocupa en particular de la separación de materiales cerámicos y de la distinción, sin embargo, considerable entre vidrio plano y material cerámico.

Sin embargo, el vidrio, por una parte, y la cerámica, por otra parte, son materiales muy diferentes. Ambos son, en efecto, quebradizos, pero tienen una estructura muy diferente. Una diferencia considerable entre los dos materiales

consiste ya en que el vidrio es transparente, mientras que la cerámica es opaca. Por lo tanto, el vidrio es parcialmente transparente para luz láser, a saber, en el caso de láser de sustancia sólida, mientras que esto no se aplica en láser de CO<sub>2</sub>. Una diferencia principal entre vidrio y cerámica con respecto a procedimientos de separación por láser consiste, sin embargo, en la velocidad de transición vítrea y en el coeficiente de dilatación. El vidrio calcáreo sódico es en este caso todavía relativamente fácil de dominar, el vidrio de silicato de boro es ya más difícil, pero siempre todavía mucho más fácil de romper que la cerámica. En el caso de la cerámica, existen coeficientes de conductividad térmica muy diferentes, y de acuerdo con la mezcla se obtienen transmisiones de calor muy diferentes con coeficientes de dilatación la mayoría de las veces muy reducidos y fuertemente no lineales a medida que se incrementa la temperatura.

Por lo tanto, no es extraño que, como se puede constatar fácilmente por medio de ensayos, los procedimientos conocidos que se acaban de mencionar son útiles, en efecto, para la separación de vidrio plano de espesor moderado, pero o bien no funcionan en absoluto o sólo con resultados muy poco satisfactorios para la separación de placas de materiales frágiles del tipo mencionado al principio, a saber, materiales cerámicos y vidrio especiales muy gruesos. Puesto que en las baldosas relativamente gruesas y en las placas de vidrio muy gruesas, la cantidad de calor necesaria para la separación en el volumen del material es tan alta que en el caso de aplicación de estos procedimientos conocidos, las baldosas revientan a la entrada de calor ya antes de la aparición de un raya de separación.

Un procedimiento que funciona para la separación de placas de material cerámico se conoce a partir del documento EP-A-1 618 985. Allí el corte de la placa de material cerámico se realiza a través de la combinación de un rayo láser móvil con relación a la línea de corte y de un soplado inmediatamente siguiente con un chorro de gas supersónico. En este procedimiento de corte, se genera una juntura de corte con una cierta anchura a través de erosión de material. No obstante, debido al chorro de gas supersónico necesario y a la salida de partículas, este procedimiento no parece óptimo tanto con respecto al gasto de aparatos como también en lo que se refiere a la producción de contaminación.

Por último, también se conoce todavía un procedimiento para la separación de placas cerámicas aplicando un rayo láser a partir del documento EP-A-0 613 765, en el que por medio de un rayo láser se realiza un rayado en las líneas de rotura deseadas y a continuación se lleva a cabo una rotura mecánica de las placas. Pero este procedimiento conocido no aporta ventajas esenciales sobre el procedimiento de separación convencional con rayado mecánico y rotura mecánica siguiente.

Por lo tanto, el problema de la invención es crear un procedimiento adecuado para la separación térmica por láser de placa de material frágil, en particular cerámico, especialmente placa de material de cerámica de porcelana o cerámica dura.

Este problema se soluciona de acuerdo con la invención por medio del procedimiento indicado en la reivindicación 1. Las configuraciones ventajosas y los detalles del procedimiento de acuerdo con la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

En el procedimiento de acuerdo con la invención, se realiza una separación de placas de material solamente a través de tensiones térmicas, de tal manera que se obtienen líneas de rotura limpias y exactas sin reventar y no es necesaria una rotura mecánica.

El procedimiento de acuerdo con la invención crea la posibilidad de aplicar la entrada de calor necesaria para la generación de las tensiones térmicas que conducen a la rotura con un gradiente compatible con la placa de material, pero a pesar de todo tan rápidamente que la tensión de presión en la línea de separación (con relación a la tensión de tracción del entorno frío en el material) provoca la rotura de la placa en el lugar predeterminado y, en concreto, de tal manera que se genera una tensión de presión uniforme sobre toda la línea de separación en el volumen de la placa de material.

Esto se realiza porque la línea de separación prevista es repasada varias veces por medio del rayo láser, de manera que el rayo láser se mueve de una forma más conveniente por medio de un espejo. En el caso de líneas de separación más largas, el rayo láser repasa en cada caso un trayecto determinado relativamente largo a lo largo de la línea de separación (longitud de exploración), que se desplaza durante cada pasada (exploración) de forma incrementar a lo largo de la línea de separación, es decir, que se mueve hacia delante en cada caso un paso pequeño a lo largo de la línea de separación. Por lo tanto, a través de la pasada múltiple se aplica una línea caliente (que corresponde a la longitud de exploración) sobre la otra y, en concreto, no sólo se interrumpe en cada caso durante el tiempo que el espejo necesita para el retorno, sino también durante un cierto tiempo de espera para la transmisión de la temperatura al material. El tiempo del ciclo típico es en este caso desde 50 ms hasta 200 ms aproximadamente. De esta manera se calienta la línea de separación en el material cada vez más hasta que la placa se rompe precisamente allí.

Para configurar el proceso con seguridad, se adapta la entrada de calor a la compatibilidad del material respectivo, lo que se puede realizar a través de la selección adecuada del tiempo de espera. Adicionalmente, la entrada de calor

se puede adaptar todavía adicionalmente a través de la variación de la intensidad del rayo láser, y en concreto de tal manera que durante el calentamiento previo de la línea de separación, es decir, durante la pasada inicial, se calienta más lentamente con un gradiente en las pasadas siguientes hasta el final del proceso de separación. Esto se puede llevar a cabo especialmente también por medio de dos procesos de calefacción sucesivos, a saber, de tal manera que se realiza una primera pasada creciente de la línea de separación con entrada de calor más baja y a continuación se lleva a cabo una segunda pasada incremental de la línea de separación con entrada de calor más elevada.

Los ensayos han confirmado las ventajas del procedimiento de acuerdo con la invención, puesto que ya las primeras disposiciones de ensayo proporcionan resultados prometedores. En el caso de baldosas normales de construcción se han podido alcanzar velocidades superiores 2 m/min. El proceso está libre de contaminación, y la calidad de los cantos corresponde a cantos pulidos con una exactitud de corte claramente inferior a 0,5 mm. Puesto que en el caso de una modificación de los formatos de las placas, que deben cortarse, no se producen tiempos de transición, es posible una fabricación por encargo de baldosas también con cantidades de producción relativamente pequeñas.

El procedimiento de acuerdo con la invención se describe en particular en sus detalles a continuación con referencia al dibujo esquemático adjunto.

El dibujo muestra en representación esquemática similar a un diagrama de bloques la disposición básica para la realización del procedimiento. Una fuente de láser 1, por ejemplo un láser de CO<sub>2</sub>, genera un rayo láser 2, que llega a través de un telescopio 3 o bien a través de una óptica adecuada a un escáner 4, que trabaja con un espejo y que genera un movimiento angular correspondiente del rayo láser 2, de manera que éste se mueve en cada caso sobre un trayecto 5, que corresponde a una longitud de exploración dada, a lo largo de una línea de separación 6 prevista de una placa 7 a separar.

Se entiende que la disposición formada por la fuente de láser 1, el telescopio 3 y el escáner 4 están dispuestos de manera más conveniente estacionarios y la placa es transportada a lo largo de la línea de separación a través del espacio de trabajo, cuando la línea de separación es más larga que la longitud de exploración. Si la longitud de exploración es igual a la longitud de la línea de separación, también la placa puede permanecer estacionaria durante la mecanización y el rayo láser 1 calienta cada vez la placa durante la pasada de la línea de separación desde uno hasta el otro extremo de la placa.

El escáner 4 tiene, en realidad, dos espejos móviles con motor, a través de los cuales se puede controlar el rayo láser en cada lugar de la superficie de trabajo debajo de la disposición del láser en la dirección-X y/o en la dirección-Y. En este caso, el rayo puede "escribir" sus líneas térmicas sobre el material a una velocidad de hasta 250 m/s.

Durante la pasada del trayecto de exploración a través del rayo láser, una oscilación rápida del rayo láser y, por lo tanto, del punto térmico que incide en cada caso sobre la placa en vaivén conducirá a calentamientos irregulares en el punto de inversión respectivo y en el centro del trayecto, por lo que con ello no es posible un calentamiento optimizado sobre el trayecto de exploración. De la misma manera, tampoco es favorable durante el escaneo del rayo láser con un espejo poligonal, puesto que esto no es controlable con respecto a la velocidad de exploración, pero tampoco en lo que se refiere al tiempo del ciclo de la entrada de calor. Por lo tanto, tampoco sería posible el ajuste de la longitud del trayecto de exploración.

Por lo tanto, en el procedimiento de acuerdo con la invención es esencial que la pasada del trayecto de exploración sobre la línea de separación se realice con el rayo láser siempre en la misma dirección.

El retorno del espejo del escáner 4 a la posición de partida del rayo láser para la siguiente pasada se realiza, por lo tanto, cuando el rayo láser está desconectado o en otro caso interrumpido. Por medio del control del tiempo de desconexión o bien del tiempo de interrupción del rayo láser 2 se puede controlar el tiempo del ciclo manteniendo constante la velocidad de exploración.

Como fuente de láser 1 se puede utilizar tanto un láser de CO<sub>2</sub> (aproximadamente 10 µm de longitud de onda) como también un láser-YAG (aproximadamente 1 µm de longitud de onda). En ensayos realizados con el procedimiento de acuerdo con la invención se ha utilizado un láser de CO<sub>2</sub>, siendo introducido el calor desde la superficie de la placa en el volumen del material de la placa. En este caso se ajustó un foco del láser relativamente más ancho (aproximadamente de 6 mm a 10 mm) sobre la superficie de la placa, para obtener, con una entrada de calor lo mas alta posible, una carga superficial térmica lo más reducida posible y de esta manera optimizar el transporte de calor en la profundidad y no en la anchura.

En el procedimiento de acuerdo con la invención no es necesaria una instalación de refrigeración conectada a continuación, como es necesaria para la separación de placas de vidrio de espesor normal por medio de un rayo láser de acuerdo con el procedimiento, como se describe en el documento WO2005/092 806, Pero puede ser útil para la optimización del proceso para introducir una fisura inicial por medio de tal instalación de refrigeración, en el instante en el que la fisura del volumen está a punto de producirse.

- 5 El incremento de la entrada de calor en la placa de material durante las pasadas múltiples con el rayo láser 2 se puede realizar de tal forma que en cada proceso de pasada, se pasa la línea de separación sobre toda su longitud, incrementándose la intensidad de la entrada de calor después de cada pasada individual o en cada caso después de un número de pasadas individuales. Si en el caso de líneas de separación más largas, se repasa la línea de separación de forma incremental, es decir, con trayectos de exploración que se solapan y que se mueven cada vez con un cierto incremento a lo largo de la línea de separación, se repite la pasada incremental de toda la línea de separación 6 al menos una o varias veces y se incrementa la intensidad de la entrada de calor en la o en cada repetición. El incremento de la entrada de calor se puede realizar a través del incremento de la intensidad del rayo láser.

## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para la separación térmica por láser de placas de material cerámico u otro material frágil, en el que la placa (7) es repasada a lo largo de una línea de separación (6) prevista con un rayo láser (2) con la finalidad de la entrada de calor en la placa para la inducción de tensiones térmicas dentro del material, que conducen a la rotura a lo largo de la línea de separación prevista, en el que se realiza una pasada múltiple de la línea de separación (6) prevista con el rayo láser (2) siempre en la misma dirección, caracterizado porque entre las pasadas individuales existe en cada caso una pausa, cuya duración se puede seleccionar y ajustar en función del material específico a separar.
- 10 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la pasada de una línea de separación larga (6) a través del rayo láser (2) se realiza de forma incremental, porque el rayo láser, en cada pasada individual, cubre un trayecto relativamente largo a lo largo de la línea de separación, que es más corto que la línea de separación y en cada proceso de pasada siguiente se mueve hacia delante un incremento que corresponde a una fracción de la longitud del trayecto de pasada con relación a la línea de separación.
- 15 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la línea de separación (6) es cubierta en cada pasada individual sobre toda su longitud, y en el que la intensidad de la entrada de calor se incrementa después de cada pasada individual o después de varias pasadas individuales, respectivamente.
- 4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la pasada incremental de toda la línea de separación (6) se repite al menos una vez, incrementando la intensidad de la entrada de calor en la o en cada repetición.
- 20 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que las pausas entre las pasadas individuales son generadas a través de la desconexión o supresión del rayo láser (2).
- 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que poco antes de la rotura prevista de la placa de material se sopla o se inyecta por medio de una tobera de refrigeración un refrigerante sobre una zona de la línea de separación (6) para favorecer la activación de una fisura inicial.

