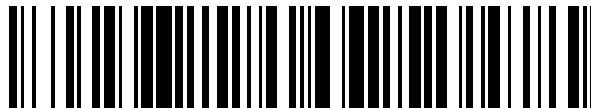


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 924**

51 Int. Cl.:

G01N 25/72 (2006.01)

G01N 33/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.02.2014 PCT/EP2014/000392**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.08.2014 WO14124754**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2014 E 14711678 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 2956763**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la detección de partículas en vidrio**

30 Prioridad:

15.02.2013 DE 102013002602

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

09.03.2020

73 Titular/es:

**HEGLA BORAIDENT GMBH & CO. KG (100.0%)
Industriestraße 21
37688 Beverungen, DE**

72 Inventor/es:

**RAINER, THOMAS;
SCHNEIDER, JENS;
HILCKEN, JONAS y
DUBIEL, MANFRED**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 746 924 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 y dispositivo para la detección de partículas en vidrio

5 La presente invención se refiere a un procedimiento nuevo, fiable y a un dispositivo para la detección, preferentemente también para la identificación de partículas en particular metálicas en vidrio, p.ej. para el fin del aseguramiento de la calidad en la fabricación y el procesamiento de vidrio. Inclusiones, en particular inclusiones metálicas, se forman en el proceso de fabricación de vidrio por la concentración de impurezas de las materias brutas de vidrio. Las inclusiones tienen un tamaño de pocos micrómetros hasta el orden de milímetros y se encuentran a diferentes profundidades de un objeto de vidrio, como p.ej. placas de vidrio bruto.

10 Las placas de vidrio bruto se procesan para obtener diferentes productos finales, como p.ej. vidrio aislante o vidrio de seguridad para la arquitectura. Según el producto final, las partículas metálicas pueden tener efectos negativos en el aspecto y la funcionalidad del producto. Por esta razón es importante recortar en el procesamiento de vidrio en la medida posible las zonas del vidrio que contienen partículas y procesar vidrio con una concentración baja de partículas o vidrio sin partículas.

Estado de la técnica

20 En el estado de la técnica se conocen métodos de ensayo ópticos para comprobar partículas metálicas en vidrio plano basados en la reflexión y la dispersión de la luz en el vidrio y el análisis de la luz reflejada y dispersada. Estos métodos permiten comprobar inclusiones y otros defectos del vidrio. Unos ejemplos para estos métodos de detección se indican en los documentos US 4,697,082, WO 01/73408 A1 o WO 01/18532 A1.

25 No obstante, estos métodos requieren una alta resolución espacial por los tamaños reducidos de las partículas, por lo que son complejos y no permiten tampoco identificar el tipo de las partículas metálicas en cuanto a su composición química. No obstante, esto último puede ser importante para el procesamiento del vidrio bruto que contiene partículas. P.ej. en el caso de partículas de sulfuro de níquel en el vidrio sería ventajoso conocer el tipo de partícula. Si este vidrio se procesa p.ej. para fabricar vidrio aislante, las partículas no perjudican la funcionalidad del producto de vidrio. El problema está únicamente en que las partículas relativamente grandes tienen un efecto negativo en el aspecto del producto de vidrio. En la fabricación de vidrio de seguridad térmicamente pretensado, la presencia de inclusiones de sulfuro de níquel en el vidrio tiene un papel decisivo para la funcionalidad del vidrio de seguridad. Un problema conocido en vidrio, en particular en vidrio para fachadas de grandes superficies, está en la aparición espontánea de roturas por transformaciones de cristal térmicamente inducidas de partículas de sulfuro de níquel, que conducen a tensiones adicionales en el vidrio y finalmente a una rotura del vidrio. Por esta razón, desde comienzos del año 2003 está legalmente prescrito realizar antes del montaje de vidrio para fachadas un llamado ensayo de almacenamiento en caliente (HST), en el que el vidrio se somete a un tratamiento térmico de varias horas a 290 °C +/-10 °C. En caso de realizarse este ensayo correctamente, queda sustancialmente reducido el riesgo de una posterior rotura espontánea, aunque siga existiendo. Si pudiera identificarse la presencia de las partículas de níquel antes del proceso de fabricación del vidrio de seguridad, los vidrios así cargados no llegarían a procesarse para fabricar vidrio de seguridad. Por lo tanto, sería superfluo el ensayo de almacenamiento en caliente como prueba de calidad y ya no se producirían roturas espontáneas causadas por sulfuro de níquel. El documento WO2006/074494 A1 da a conocer un procedimiento para comprobar si hay inclusiones de sulfuro de níquel en vidrio de seguridad, calentándose el vidrio y midiéndose la radicación característica. No obstante, este procedimiento no permite una identificación y distinción fiable de inclusiones de diferentes tipos.

Objetivo de la invención

50 Por consiguiente, el objetivo de la presente invención es poner a disposición un procedimiento fiable y un dispositivo correspondiente, al menos para la detección e identificación simplificadas de partículas, en particular de partículas metálicas en vidrio.

Este objetivo se consigue con un procedimiento y un dispositivo con las características de las reivindicaciones principales. Las reivindicaciones dependientes se refieren a formas de realización ventajosas de la invención.

55 A diferencia del estado de la técnica arriba indicada, el procedimiento de detección de acuerdo con la invención está basado en un calentamiento, en particular un calentamiento localmente limitado de las partículas por radiación láser, que penetra en el vidrio al menos sustancialmente sin ser absorbida y que es absorbida más intensamente por partículas encapsuladas, en particular partículas metálicas, en lugar de por el vidrio.

60 Debido a efectos de conducción del calor, el calentamiento localmente realizado de la partícula en el interior del vidrio conduce al mismo tiempo a un calentamiento del vidrio que hay en el entorno de la partícula. Por este efecto de conducción del calor, tendrá lugar por lo tanto un calentamiento más intenso en un entorno del vidrio cercano a la partícula en comparación de un entorno de vidrio más alejado de la partícula, en particular en un lapso de tiempo predeterminado de la iluminación. Gracias a la duración de la iluminación, también puede influirse en el tamaño local del entorno de vidrio calentado, dispuesto alrededor de una partícula. P.ej. puede alcanzarse un tamaño del entorno

de vidrio calentado alrededor de una partícula superior a 1 mm.

5 De este modo se obtiene una ventaja en comparación con el estado de la técnica, consiguiéndose concretamente que gracias a la conducción de calor se caliente una mayor zona que la partícula propiamente dicha. Por lo tanto, el procedimiento de acuerdo con la invención puede funcionar con una resolución espacial menor que los procedimientos usados hasta la fecha.

10 Este calentamiento localmente limitado puede detectarse por lo tanto con al menos una cámara termográfica. Por lo tanto, se detecta la posición de la partícula en el vidrio, p.ej. mediante la evaluación de imágenes y la detección de la ubicación de un calentamiento en la imagen termográfica de la cámara termográfica. Para ello, la imagen no tiene que representarse visualmente, si bien es posible hacerlo. Para la detección de la posición y dado el caso otra identificación basta con evaluar la imagen termográfica latente, es decir, no visualmente representada, que está representada solo por valores de medición.

15 Además, el procedimiento ofrece también una identificación del tipo de las partículas en cuanto a la composición química de las mismas. Para ello se mide y evalúa el calentamiento de la partícula en función del material respecto al comportamiento de temperatura y tiempo, así como la radiación electromagnética en función del material emitida por la partícula calentada. Por lo tanto, es posible una clasificación de las partículas respecto a su composición química.

20 Para ello se comparará un comportamiento de temperatura y tiempo detectado, en particular, el intervalo de temperatura generado durante la irradiación en el tiempo de irradiación entre la temperatura de inicio al principio y la temperatura final generada después de terminar la duración de irradiación o también una curva de enfriamiento en función del tiempo detectada con varios comportamientos de temperatura y tiempo almacenados de tipos de partículas que se conocen.

25 Además, después de la determinación de la posición y del tipo de la partícula, la partícula puede calentarse p.ej. mediante una segunda irradiación con láser hasta tal punto que la expansión térmica iniciada de este modo conduce a la formación de fisuras en el entorno más cercano del vidrio. Gracias a esta formación de fisuras y la dispersión de la luz que va unida a ello, la partícula parece más grande. Se ha decorado. Por lo tanto, puede ser detectada por el ojo humano también sin técnica de medición y puede simplificarse el proceso de desechar el vidrio contaminado.

Ejemplo:

35 Una placa de vidrio bruto se mueve en el llamado extremo frío de una línea de fabricación de vidrio plano en un trayecto de transporte en la dirección horizontal hasta el proceso de apilado. Durante este proceso, la placa pasa por un dispositivo de detección láser e identificación de acuerdo con la invención, de modo que los rayos láser examinan la placa de vidrio durante su movimiento perpendicularmente al trasluz con una sección transversal de haz p.ej. lineal, rectangular. Al mismo tiempo, se registra con un sistema de detección correspondiente por encima y/o por debajo de la placa de vidrio la imagen termográfica y se registran los "hot spots" correspondientes (puntos claramente calentados en comparación con el vidrio frío) y se identifican en una variante preferible con ayuda de su comportamiento de calentamiento o también su comportamiento de enfriamiento.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento y dispositivo para la detección de partículas en vidrio, en particular de partículas metálicas en vidrio, en particular en placas de vidrio plano, caracterizado por que el vidrio se examina en al menos una zona al trasluz con radiación láser, que es menos absorbida por el vidrio que por las partículas presentes en el vidrio generándose, por lo tanto, en caso de haber partículas en la zona examinada al trasluz un calentamiento al menos de la partícula correspondiente, en particular, un calentamiento más intenso de un entorno del vidrio cercano a la partícula en comparación con un entorno del vidrio más alejado de la partícula y detectándose mediante al menos una cámara termográfica con la que se detectan ondas electromagnéticas en la región infrarroja, este calentamiento con resolución espacial y determinándose a partir del calentamiento detectado la posición de la partícula correspondiente en el vidrio y detectándose durante y/o después del examen al trasluz con luz láser con resolución espacial el cambio de temperatura en la zona examinada al trasluz en función del tiempo e identificándose con ayuda del calentamiento partículas detectadas en su ubicación en cuanto a la composición química en función de un comportamiento de temperatura y tiempo medido al menos en este lugar, para lo que se compara un comportamiento de temperatura y tiempo detectado con varios comportamientos de temperatura y tiempo almacenados de tipos de partículas que se conocen.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que con la cámara termográfica se detectan ondas electromagnéticas en el intervalo de longitudes de onda de 0,7 a 1000 micrómetros, preferentemente en el intervalo de longitudes de onda de 3,5 a 15 micrómetros.
- 25 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que con la cámara termográfica se toma al menos una imagen termográfica con resolución espacial al menos latente de la zona iluminada y se deduce de los calentamientos detectados en la imagen, en particular calentamientos localmente limitados, la ubicación de una partícula en un calentamiento correspondiente, en particular localmente limitado.
- 30 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se examinan sucesivamente varias zonas al trasluz, en particular zonas adyacentes unas con otras del vidrio y se detecta el calentamiento en cada una de las zonas mediante la cámara termográfica, examinándose las varias zonas en particular al trasluz mediante un movimiento relativo entre un objeto de vidrio y un rayo láser.
- 35 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que se transporta un objeto de vidrio, en particular una placa de vidrio plano, para la iluminación de zonas sucesivas por al menos un rayo láser estacionario que penetra en el objeto, en particular al menos un rayo láser ensanchado de forma lineal, siendo detectada la zona examinada al trasluz por el al menos un rayo láser en particular por al menos una cámara termográfica estacionaria.
- 40 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el al menos un rayo láser usado tiene una sección transversal de haz lineal, rectangular.
- 45 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en el lugar de una partícula detectada, en particular de una partícula metálica se realiza una irradiación con láser, en particular una segunda irradiación con láser del vidrio, con la que se genera un tratamiento térmico, en particular una expansión de la partícula y por lo tanto una formación de una fisura en el vidrio en el lugar de la partícula o en el entorno de vidrio adyacente a la partícula, en particular para marcar el lugar de una partícula en el vidrio de forma visualmente perceptible para el ojo humano.
- 50 8. Dispositivo para la detección de partículas en vidrio, en particular de partículas metálicas en vidrio, en particular en placas de vidrio plano, caracterizado por que comprende una fuente de luz láser, con la que un objeto de vidrio dispuesto en el dispositivo o que puede hacerse pasar por el dispositivo puede examinarse al trasluz al menos por zonas, habiéndose elegido la longitud de ondas de la fuente de luz láser de tal modo que la luz láser es menos absorbida por el vidrio que por las partículas presentes en el vidrio, habiéndose elegido en particular una longitud de ondas en el intervalo de 250-1400 nanómetros y comprendiendo una cámara termográfica con la que puede detectarse un calentamiento provocado por el examen a trasluz de partículas presentes en una zona examinada al trasluz y/o un calentamiento más intenso de un entorno del vidrio cercano a la partícula en comparación con un entorno del vidrio más alejado de la partícula y pudiendo detectarse mediante el calentamiento detectado al menos la posición de la partícula correspondiente en el vidrio, estando configurado el dispositivo para detectar durante y/o después del examen al trasluz con luz láser con resolución espacial el cambio de temperatura en la zona examinada al trasluz en función del tiempo e identificar con ayuda del calentamiento partículas detectadas en su ubicación en cuanto a la composición química en función de un comportamiento de temperatura y tiempo medido al menos en este lugar, para lo que puede compararse un comportamiento de temperatura y tiempo detectado con varios comportamientos de temperatura y tiempo almacenados de tipos de partículas conocidos.

60