(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional

(43) Fecha de publicación internacional
12 de diciembre de 2013 (12.12.2013)

WIPO | PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2013/182714 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
F26B 3/30 (2006.01) *C04B 41/48* (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2012/070415

(22) Fecha de presentación internacional:
5 de junio de 2012 (05.06.2012)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(71) Solicitante *(para todos los Estados designados salvo US)*:
BULMA TECNOLOGIA, S.L. [ES/ES]; C/ Alginet,11, E-46250 L'Alcudia, Valencia (ES).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes *(para US solamente)*: **MIRO ESCARTI, Cesar** [ES/ES]; C/ Alginet,11, E-46250 L'Alcudia, Valencia (ES). **ALCACER MARTINEZ, Vicente** [ES/ES]; C/ Alginet,11, E-46250 L'Alcudia, Valencia (ES).

(74) Mandatario: **CHANZÁ JORDÁN, Dionisio**; Plaza Alfonso el Magnánimo, 13, E-46003 Valencia (ES).

(81) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: METHOD AND FACILITY FOR CURING PLASTIC RESINS BY THERMAL RADIATION FOR CONSTRUCTION MATERIALS

(54) Título : PROCEDIMIENTO Y EQUIPO DE CURADO DE RESINAS PLASTICAS POR RADIACION TERMICA PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

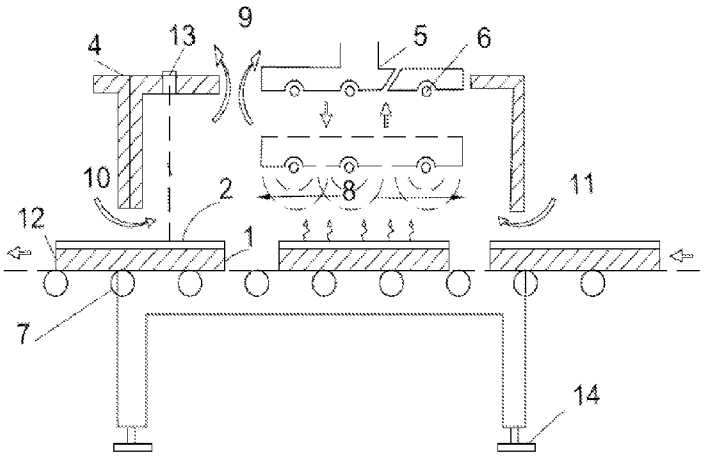


Fig.3

(57) Abstract: The invention relates to a method and a facility for curing plastic epoxy resins by thermal radiation for construction materials, an industrial in-line process, and an individual facility or a modular facility for using in the production of laminar construction materials - granite, marble, natural stone, etc… - for the molecular cross-linking of the adhesive and the hardener of the plastic resin, infiltrating and covering cracks in order to repair defects or irregularities in such parts by means of a first step of pre-heating the part by means of near infrared (NIR) in wavelength fields of between 1 and 2 microns and at temperatures of between 50 ºC and 60ºC; a second step of resin impregnation with weights of between 50 and 500 gr/m2; and a third step of curing with wavelengths of between 2.2 y 3.5 microns by means of a structure (5) carrying emitters that generate an adjustable infrared radiation zone (8).

(57) Resumen:

[Continúa en la página siguiente]

WO 2013/182714 A1

Publicada:

— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

Procedimiento y equipo de curado de resinas plásticas de epoxi por radiación térmica para materiales de construcción Proceso industrial en línea, equipo individual o un equipo modular para uso en la elaboración de materiales de construcción laminares -granito, mármol, piedra natural, etc... - para el entrecruzamiento molecular del adhesivo y el endurecedor de la resina plástica infiltrándose y recubriendo fisuras para solucionar defectos e irregularidades en tales piezas mediante una primera etapa de precalentamiento de la pieza por un infrarrojo cercano (NIR) en campos de longitudes de onda de entre 1 a 2 microns y con temperaturas de entre 50 ºC y 60ºC; una segunda etapa de resinado con gramajes entre 50 a 00 gr/m2 y de una tercera etapa de curado con longitudes de onda de entre 2,2 y 3,5 microns mediante una estructura portante de emisores (5) que generan una zona de radiación de infrarrojos ajustable (8).

PROCEDIMIENTO Y EQUIPO DE CURADO DE RESINAS PLASTICAS POR RADIACION TERMICA PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

DESCRIPCION

Sector técnico

La invención que se protege en esta Patente, consiste en un dispositivo de curado de resinas plásticas por radiación térmica, en concreto mediante el empleo de rayos infrarrojos, para su aplicación en materiales de construcción. Mediante dicho tratamiento térmico se fijan resinas formuladas para su destino como refuerzo y relleno de imperfecciones sobre materiales laminares tales como mármol, granito, cerámica y/o piedra natural, u otros substratos laminares compuestos de resistencia mecánica o superficie irregular.

La regulación de la distancia de radiación entre material tratado y emisor y su lámpara de radiación, su potencia así como el tiempo de exposición en una configuración y conjunto de medios técnicos apta para su trabajo, devienen esenciales para un resultado óptimo y adecuado del material tratado. Todo ello con la finalidad de favorecer el fenómeno físico del entrecruzamiento molecular del adhesivo y el endurecedor de la resina plástica seleccionada.

Se trata, por tanto, de un dispositivo técnico de tratamiento y aplicación de resinas plásticas como el epoxi en materiales de construcción laminares que curen y consoliden la pieza tratada para su compactación, homogeneidad y estabilidad a efectos de resistencia mecánica. Con ello, se evita, minimiza o corrigen fisuras o fragmentaciones existentes con anterioridad a su tratamiento.

Técnica anterior

La utilización de resinas plásticas es conocida para usos de refuerzo de tracción y resistencia mecánica de materiales, y está extendido para aplicaciones de diversa índole en distintos tipos de materiales (semiconductores, bienes de equipo, piezas, etc...) tanto para aspectos funcionales como estéticos y ornamentales. Sin embargo, el modo de prepararlas, el procedimiento de aplicarlas, y la composición química de tales resinas plásticas dependen de su finalidad y destino.

Son patentes ya divulgadas con respecto a su publicación, aquellas basadas en la composición como la patente mundial WO2009153274 de HENKEL AG & CO KGAA et al. (2009) sobre una determinada composición de epoxi para fines adhesivos o sellantes mediante curado o la patente china CN101760124 de HONG WANG (2010) detallando una concreta composición con sus porcentajes, O bien describiendo además el uso de radiación infrarroja, la patente coreana KR20070006076 de KIM YAE JEAL (2007) para resinas plásticas a efectos adhesivos, o para otros fines ornamentales de acabados en materiales de construcción de tipo baldosas con jade y piedra natural la también patente coreana KR20010008758 de BEYUN SANG YOUN (2001).

En similar línea, la patente europea validada en España, ES 2198971 T3 publicada en el 2004, cuyo titular es ADVANCED PHOTONICS TECHNOLOGIES, AG, sobre un recubrimiento de secado de objetos con rayos infrarrojos, en donde se refiere a un procedimiento para secar un objeto recubierto y/o impregnados, especialmente de madera barnizada, especialmente pigmento de color, con la propiedad de penetrar en el objeto en estado no seco, donde se desea un tratamiento posterior de la superficie, en concreto un barnizado posterior. Finalmente, es próxima al estado de la técnica la patente china CN101983981 de WUHAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY (2011) describiendo una cierta composición mezclada a base de resina epoxi,

fibras y polipropileno curada dinámicamente para resistencia a la tracción del material en que sea dispuesta tal composición mixta.

Pero que todas ellas no dan respuesta apropiada y adecuada frente la invención que se presenta, ya que lo relevante, en realidad y en esta propuesta inventiva, es la relación existente entre la composición de la resina y su modo de aplicación. Y esto, pues, porque una misma resina con diversos medios de aplicación y fijado (manual con adhesivo, secado por aire caliente o por radiación UV, etc...) generan resultados dispares y alejados de los requerimientos pretendidos. Mientras que la presente invención tiene por objeto secar piezas recubiertas y/o impregnadas con resinas de epoxi cuyos tratamientos secundarios y finales son innecesarios y son prescindibles.

Problema técnico

En el sector de la construcción, los principales riesgos relacionados con el refuerzo de materiales de construcción fabricadas a base de materiales compuestos se deben a la exposición química a componentes de resinas sin reaccionar y a disolventes, durante la extensión de capas en mojado. Un motivo de especial preocupación es la utilización de aminas aromáticas como reactivos en las resinas epoxi.

La naturaleza sumamente reactiva de estos sistemas de resinas, sobre todo las de epoxi, aumentan las sensibilidades cutánea y respiratoria de los operarios. El control de los riesgos durante las operaciones de extendido de capas en mojado deberá contemplar la ventilación local y la utilización generalizada de equipos protección personal para evitar el contacto con la piel. Los trabajos de extendido de capas en los que se empleen láminas previamente impregnadas no suelen entrañar ningún riesgo de exposición a partículas en la atmósfera, pero debe protegerse la piel. Una vez las resinas epoxi son curadas, estas piezas son relativamente inertes, y no entrañan los riesgos de sus reactivos. El mecanizado convencional de piezas, no obstante, puede provocar molestias e irritaciones debidas al polvo y a los materiales

compuestos utilizados como refuerzo (grafito, fibra de vidrio, etc.). En resumidas cuentas, a menudo resulta necesaria e imprescindible la ventilación local de los trabajos de mecanizado si se realizan en seco.

Por lo general, la fabricación de tablas de mármol o granito, se hace en grandes plantas integradas. Las plantas más modernas disponen de sistemas de renovación de aire de gran capacidad, con controles de aire de relleno. Para funciones específicas se añaden sistemas locales de aspiración de aire. En la actualidad, las actividades de pulido y de resinado se efectúan de manera rutinaria en recintos cerrados o cabinas donde el trabajo en las distintas fases está clasificado y automatizado, y donde se producen emanaciones de vapores o vahos. En cambio, en las instalaciones de resinado más antiguas, el control de riesgos ambientales es más deficiente.

Las grandes compañías del sector industrial de la piedra natural disponen de equipos de profesionales especializados en el campo de la salud y la seguridad laboral (especialistas en higiene industrial, radiofísicos, ingenieros de seguridad, enfermeras, médicos y demás personal técnico) que trabajan con los mandos intermedios para abordar los diversos riesgos para la seguridad que entrañan sus respectivos procesos de fabricación.

Por tanto, el grado de cumplimiento de objetivos de producción pasa a ocupar un segundo lugar, en el convencimiento de que, centrándonos en procesos fiables, la prevención de lesiones y enfermedades en el personal laboral constituirá el objetivo prioritario, y las normativas se cumplirán con el establecimiento de procesos fiables y seguros. Se trata, en consecuencia, de mejorar la calidad y seguridad industrial en la instalación fabril.

Desde un punto de vista legal, las normativas de seguridad industrial, como la Ley de Control de Sustancias Tóxicas (TSCA) de los Estados Unidos, requieren: a). La comprobación de los nuevo materiales; b).El desarrollo de análisis de laboratorio para pruebas de investigación y desarrollo; c).La

limitación de importaciones y exportaciones de ciertas sustancias químicas, y d) el control de los estudios sobre la seguridad, la salud y el medio ambiente, así como los archivos de las propias empresas sobre cualquier efecto de importancia sobre la salud debidos a exposición a sustancias químicas.

El aumento y proliferación en las relaciones laborales de la utilización de fichas técnicas de seguridad (FTS) ha facilitado a los profesionales de la salud la información necesaria para controlar las exposiciones a las sustancias químicas. Con todo, sólo existen fichas con datos toxicológicos completos para una suerte de pocos centenares de los miles de materiales en uso, con el consiguiente reto para los toxicólogos y los higienistas industriales. Debe emplearse en la medida de lo posible una ventilación aspirante localizada y otros controles técnicos para poder controlar la exposición, sobre todo cuando se utilicen productos químicos poco conocidos o con índices de contaminación inadecuadamente determinados en su generación. Los aparatos de respiración pueden pasar a un segundo plano si se respaldan con un programa de gestión de la protección respiratoria bien planificado y rigurosamente observado.

Y deben elegirse aparatos de respiración y otros equipos de protección personal que ofrezcan una adecuada y total protección, sin que su utilización resulte incómoda para los trabajadores. Los higienistas deben prestar atención a los contaminantes liberados en forma física sobre los cuales no advierte el proveedor y que, por tanto, no figuran en las FTS. Por ejemplo, la aplicación y retirada constante de bandas de materiales compuestos parcialmente curados puede liberar mezclas de resina y disolvente en forma de aerosol que no se medirán eficazmente con métodos de control de vapores.

Los riesgos específicos e inherentes a los componentes de fibra o resina de los materiales compuestos antes de su combinación y del curado de las resinas difieren de los riesgos derivados de los materiales ya curados. Además, los materiales parcialmente curados (pre-impregnados) pueden conservar las

características peligrosas de los componentes de la resina durante los diversos pasos que lleva la fabricación de una pieza de material compuesto (AIA 1995).

En el cuadro siguiente, podemos observar la catalogación general de los efectos tóxicos de determinadas resinas plásticas conforme a normativas europeas e internacionales aceptadas comúnmente de seguridad industrial e higiene en el trabajo:

Tabla.1.
Consideraciones toxicológicas de los principales componentes de las resinas utilizadas en los materiales compuestos

Tipo de resina	**Componentes**	**Consideraciones toxicológicas**
Epoxi	Agentes de curado con aminas, epicloridrina	Sensibilizador, presunto Cancerígeno
Poliimida	Monómero aldehído, fenol	Sensibilizador, presunto cancerígeno, sistémico
Poliéster	Estireno, dimetilanilina	Narcosis, depresión del sistema nervioso central, cianosis
Silicona	Siloxano orgánico, peróxidos	Sensibilizador, irritante
Termoplásticos	Poliestireno, sulfuro de Polifenileno	Sistémico, irritante

El tipo y el grado de riesgo que suponen los materiales compuestos depende básicamente del trabajo específico y del grado de curado de la resina a medida que el material pasa de ser una lona o resina húmeda a ser una pieza seca. La liberación de componentes volátiles de la resina puede ser significativa antes de (y durante) la reacción inicial de la resina y del agente de curado, aunque también puede darse durante el procesado de los materiales que pasen por más de un nivel de curado. La liberación de estos componentes es mayor en condiciones de temperatura elevada o en zonas de trabajo con ventilación deficiente, y sus niveles abarcan desde meros indicios hasta moderados. La exposición de la piel a los componentes de la resina en el

estado previo al curado suele ser un factor importante en el riesgo total, por lo que debe tenerse en consideración.

En la mayor parte de procesos industriales en que intervienen tratamientos con resinas curadas, cuando la ventilación aspirante del autoclave no es capaz de eliminar del entorno de trabajo los gases producidos por el secado en hornos, porque el diseño o el funcionamiento son inadecuados, se produce un riesgo por exposición a esos gases. No debe olvidarse que los polvos procedentes de nuevos materiales textiles que contienen fibra de vidrio, Kevlar, grafito o revestimientos de boro/óxidos metálicos, se consideran unánimemente capaces de producir reacciones fibrogénicas de nivel ligero a moderado. Hasta la fecha no se ha podido determinarse su potencia relativa.

Y con respecto a consideraciones medioambientales, la Ley de Limpieza de las Aguas, la Ley de Limpieza del Aire y la Ley de Recuperación y Conservación de los Recursos de los Estados Unidos de América, y las Directivas correspondientes de la Unión Europea han originado voluminosas normativas l para cumplir con los objetivos marcados en materia de calidad ambiental. Por lo general, estas normativas fomentan la utilización de la mejor tecnología existente, ya se trate de materiales o procesos nuevos, o de equipos de control de los puntos de fabricación más próximos a las ciudades. Además, hay asuntos de carácter universal, como el calentamiento global del planeta y la destrucción de la capa de ozono, que están obligando a que se introduzcan cambios en las actividades tradicionales: por ejemplo, la prohibición del uso de productos químicos como los clorofluorocarburos, salvo en casos excepcionales.

En el cuadro siguiente, podemos apreciar los riesgos químicos característicos de los productos químicos comunes:

Tabla.2

Riesgos químicos característicos de los procesos de fabricación con productos químicos comunes por tipo de emisión

Procesos típicos	**Tipo de emisión**	**Riesgos o productos químicos**
Recubrimientos, incluidos Recubrimientos protectores temporales, pinturas y máscaras	Pulverización superficial de sólidos y evaporación de disolventes.	Compuestos orgánicos volátiles (COV) incluidos metiletilcetona, tolueno, silenos
Limpieza de Disolventes	Evaporación de disolventes	COV, destructores de ozono o toxinas
	Residuos sólidos (recogedores)	COV o toxinas
	Residuos líquidos	Restos de disolventes (COV) y/o agua contaminada

Solución técnica

La solución técnica, motivo de la invención, trata de resolver una triple problemática. Por un lado, la reducción de tiempos de curado de las resinas plásticas. Esto, gracias al empleo de radiación térmica mediante la combinación de diferentes longitudes de onda en el rango de radiación infrarroja, con una densidad de potencia de al menos 0,3 w/cm2, y valores máximos de 4,4 w/cm2, con longitud de onda entre 1 y 4 micrones que garantiza un endurecimiento volumétrico tanto de recubrimiento como renovado de imperfecciones con temperatura ajustable entre 40 y 250ºC, preferiblemente entre 85 y 105ºC. Y por otro lado, resolver el segundo problema, que es el disponer de sistemas de renovación de aire de gran capacidad, con controles de aire renovado y con posibilidad de recirculación con aire con control emisiones de contaminantes peligrosos en el aire. Y, finalmente, el tercer problema es conseguir la máxima eficiencia frente a sistemas existentes, y con la ventaja de ser más ventajoso económicamente y más seguro.

Respecto a sistemas de curado por convección de escasa capacidad de secado tridimensional, el sistema por radiación permite un ciclo de exposición extremadamente reducido, de tan solo unos minutos normalmente entre 1 y 10 minutos, preferiblemente entre 2 y 3 minutos. En este tiempo se consigue el entrecruzamiento buscado – proceso en el que el polímero epoxi reacciona con un endurecedor transformándose de su fase líquida a una estructura sólida irreversible - que permite la activación con el mínimo gasto energético, lo que permitirá una manipulación inmediata del material, o en pocos minutos tras una fase de enfriamiento.

Por tanto, el proceso logra un tiempo de ciclo reducido y las condiciones previas al resinado, así como la especial formulación de las resinas con reactivos que permiten el curado sin esperas de 24 ó 48 horas necesarias para el grado de consolidación con las resinas comerciales, normalmente epoxi-aminas o epoxi-aminoalifáticas. Actualmente los sistemas actuales precisan de acumuladores, con tiempos de gelificación de las resinas químicamente activadas - pregel - desde 30 minutos hasta de casi 2 horas. Y dado que las etapas de calentamiento empleadas ascienden a temperaturas de más 60ºC, es conveniente la extracción de aquellas fases gaseosas como son las aminas más volátiles, que forman parte del catalizador. Una extracción adecuada en la zona de resinado así como el diseño adecuado y perfecto del horno permitirá posibles condensaciones sobre los emisores, siempre teniendo en cuenta que un exceso de renovación puede enfriar el material bajando el rendimiento, debido al calor sensible eliminado por la chimenea.

A su vez, toda esta potencia que interviene precisa de un control para evitar sobre-temperaturas, para ellos se dispone de un control basado en tecnología de RSS (relés de estado sólido), que permitirá un ajuste bien manual, o en el caso de disponer de medida directa de la temperatura en cada zona, un ajuste del ciclo mediante PID en cada una de las zonas. Opcionalmente una fase final permite la adquisición de datos mediante

imágenes termográficas que nos indicarán el mapa de temperaturas y la posible detección de puntos calientes o en su defecto zonas frías.

En puridad, las aplicaciones de la radiación infrarroja con el uso de equipos emisores de infrarrojo en el sector industrial es muy amplia y vasta, y ocupan una extensa lista pero se puede destacar su uso en aplicaciones como el secado de pinturas o barnices, secado de papel, termofijación de plásticos, precalentamiento de soldaduras, curvatura, templado y laminado del vidrio, entre otras. En cambio, la irradiación sobre materiales de construcción que nos ocupa, puede ser prolongada o momentánea teniendo en cuenta aspectos como la distancia de los emisores al material, la velocidad de paso del material (en el caso de cadenas de producción) y la temperatura que se desee conseguir. Generalmente, cuando se habla de equipos emisores de infrarrojo, se distinguen cuatro tipos en función de la longitud de onda que utilicen:

1. Emisores de infrarrojo de onda corta.
2. Emisores de infrarrojo de onda media rápida
3. Emisores de infrarrojo de onda media
4. Emisores de infrarrojo de onda larga

La radiación infrarroja, radiación térmica o radiación IR es un tipo de radiación electromagnética de mayor longitud de onda que la luz visible, pero menor que la de las microondas. Consecuentemente, tiene menor frecuencia que la luz visible y mayor que las microondas. Su rango de longitudes de onda va desde unos 0,7 hasta los 100 micrómetros-1.La radiación infrarroja es emitida por cualquier cuerpo cuya temperatura sea mayor que 0 Kelvin, es decir, −273,15 grados Celsius (cero absoluto). Así, los rayos infrarrojos se pueden categorizar en:

- infrarrojo cercano (800 nm a 2500 nm)
- infrarrojo medio (2.5 µm a 50 µm)
- infrarrojo lejano (50 µm a 1000 µm)

La región espectral del infrarrojo cercano (NIR) se extiende desde el extremo de las longitudes más altas del visible (alrededor de 780ηm) hasta los 3000ηm (13 000 cm-1 hasta 3300 cm-1). Las bandas de absorción en esta zona son sobretonos o combinaciones de las bandas vibracionales de tensión que se producen en la región de 3000 a 1700 cm-1. Los enlaces implicados por lo general son:

- C-H
- N-H
- O-H

Debido a que las bandas son sobretonos o combinaciones, sus absorbancias molares son pequeñas y los límites de detección son del orden del 0.1%.La espectroscopia del infrarrojo medio se refiere a la espectroscopía del infrarrojo medio, una región de frecuencia dividida en las frecuencias de grupos (2.5- 8μm). En la región de frecuencia de grupos, las bandas principales de absorción pueden asignarse a unidades de vibración de una molécula, esto es, unidades que solo dependen en mayor o menor grado del grupo funcional que produce la absorción y no de la estructura completa de la molécula.

Las influencias estructurales aparecen en sí mismas como desplazamientos de las bandas de absorción de un compuesto a otro. El intervalo de (2.5-4.0μm) la absorción es característica de vibraciones de estiramiento del H con elementos de masa 19 o menos. Cuando están acopladas con masa más pesadas, las frecuencias se superponen en la región de enlace triple. (4.0-5.0μm) Las frecuencias de enlaces dobles quedan en la región entre (5.0-6.5μm)

Por otra parte, se produce el fenómeno físico de la absorción. En física, la absorción de la radiación electromagnética es el proceso por el cual dicha radiación es captada por la materia. Cuando la absorción se produce dentro del rango de la luz visible, recibe el nombre de absorción óptica. Esta radiación, al

ser absorbida, puede, bien ser reemitida o bien transformarse en otro tipo de energía, como calor o energía eléctrica.

En general, todos los materiales absorben en algún rango de frecuencias. Aquellos que absorben en todo el rango de la luz visible son llamados materiales opacos, mientras que si dejan pasar dicho rango de frecuencias se les llama transparentes. Es precisamente este proceso de absorción y posterior reemisión de la luz visible lo que da color a la materia. Los colores que muestra el espectro (arco iris) son la combinación de los colores primarios, que no incluyen el blanco ni el negro, pues éstos se consideran valores. El blanco estaría indicando presencia de luz y el negro ausencia de luz.

Mientras que a nivel microscópico, a nivel de los fotones (cuanta de luz), la absorción es el fenómeno por el cual la energía de un fotón es tomada por otra partícula, como por ejemplo un átomo cuyos electrones de valencia efectúan una transición entre dos niveles de energía electrónica. El fotón resulta entonces destruido en la operación, la energía electromagnética es absorbida y convertida en energía electrónica. Esta energía absorbida se puede volver a transformar en:

- Energía electromagnética por emisión de fotones.
- Convertida en la agitación de la partícula (mayor velocidad de la partícula) lo que se traduce a nivel macroscópico en un aumento de la temperatura (energía electromagnética que se transforma en calor).
- En un fonón (agitación en una red cristalina en un cristal).
- En un plasmón (oscilación colectiva de electrones en un metal).

Y a nivel macroscópico, en términos del electromagnetismo clásico, la absorción es el fenómeno por el cual los materiales no transparentes ($\alpha \neq 0$) atenúan cualquier onda electromagnética que pasa por ellos, la energía

absorbida se convierte en calor (efecto Joule). El fenómeno de absorción se relaciona con el fenómeno de la dispersión por las relaciones de Kramers-Kronig.

En realidad, para la mayoría de las sustancias, la tasa de absorción varía con la longitud de onda de la luz incidente, lo que lleva a la aparición del color en los pigmentos que absorben ciertas longitudes de onda, pero no para otras. Por ejemplo, con la luz blanca incidente, un objeto que absorbe las longitudes de onda en el azul, verde y amarillo, aparecerá en rojo. Un material negro absorbe todas las longitudes de onda (convertidas en calor, mientras que un material blanco las reflejará.

La solución de la invención que se propone juega con el tipo de longitud de onda, la irradiancia, la temperatura absorbida, el tiempo de exposición y la distancia entre el emisor y la pieza o material a tratar, así como a las características dieléctricas de la resina y su composición a nivel molecular.

Por ello, en el caso de infrarrojo lejano, la región entre 15 A 1000μm contiene las vibraciones de flexión de Carbono, Nitrógeno, Oxígeno, y Flúor con masa superior a 19 y vibraciones moleculares adicionales de sistemas cíclicos o insaturados. Las vibraciones moleculares de baja frecuencia en el infrarrojo lejano son muy sensibles a los cambios de conformación de estructura de la molécula. Cuando se estudia la conformación de una molécula en su totalidad, las bandas del infrarrojo lejano difieren en forma predecible a los diferentes isómeros de un mismo compuesto básico.

Las frecuencias del infrarrojo lejano para compuestos organometálicos suelen ser sensibles al ion a átomo metálico y esto también puede utilizarse en el estudio de enlaces de coordinación. Esta región es muy adecuada para el estudio de los compuestos inorgánicos, cuyos átomos sean pesados y con enlaces tendientes a ser débiles.

Sin embargo, con la adaptación a onda corta de los rayos, este tipo de emisor se adecua para todas la aplicaciones en las que se trata de generar elevadas temperaturas en un tiempo mínimo. La máxima emisión de este tipo de IR se encuentra entre 0,9 y 1,6 µm. Permite tiempos de enfriamiento más cortos y consigue una buena profundidad de penetración de la radiación en el producto. Su elevada densidad de radiación en un mínimo espacio (hasta 150kw/m 2) y una longitud de calor de hasta 4000 mm las hace especialmente útiles para espacios reducidos, regulación continua y una reacción rápida.

La característica fundamental de este tipo de lámparas consiste en su elevada densidad de radiación dentro de un gran espectro de frecuencias, cosa que explica porque el color de estas lámparas es más blanco que en el resto de su familia. Los emisores IR halógenos están provistos de un carga especial de gas halógeno, que hace posibles temperaturas todavía más elevadas y longitudes de onda más cortas con largas duraciones de vida. Prácticamente no necesitan tiempo alguno de enfriamiento y sus costes acostumbran a ser reducidos.

Su elevado contenido de luz dentro del espectro visible la hace idónea para aplicaciones específicas como fotocopiadoras, proyectores, inundación de luz, reprografía y secadores IR con elevadas potencias superficiales entre otras.

Otra alternativa es la onda media. Con ésta, las características de los emisores IR de onda media se ajustan especialmente bien al comportamiento de absorción de la mayoría de los materiales y sustancias. Por este motivo los emisores infrarrojos de onda media se encuentran entre las fuentes de calor IR más empleadas en la producción industrial. La máxima emisión de este tipo de lámparas se encuentra entre los 2,0 y 2,6 µm. Su intensa acción en un pequeño espacio (hasta 60 kw/m^2) aseguran una media rentabilidad y son idóneos para satisfacer en situaciones de espacio reducido.

Los emisores de onda media rápida cierran el hueco en el rango de emisión que antes existía entre emisores IR de onda corta y de onda media. Sus características eléctricas se asemejan enormemente a las características eléctricas de los emisores de onda media pero a diferencia de éstos la onda media rápida tiene una inercia térmica más corta y por tanto un arranque más rápido. De este modo se despeja el camino para la movilización de nuevas reservas de productividad. La máxima emisión se encuentra alrededor de 1,6 µm. Este tipo de emisores necesitan cortos tiempos de calentamiento a régimen y enfriamiento siempre en el rango se segundos. Una de sus características es su gran potencia de salida por unidad de superficie en pequeño espacio (hasta 90 kw/m^2) Este tipo de emisor permite una buena regulación de la potencia.

Y finalmente, la onda media rápida está especialmente indicada en aquellas aplicaciones en las que se requieren cortos tiempos de reacción. Se incluyen ahí todos los procesos en los que se necesita una conexión y, especialmente, una desconexión inmediata de la potencia radiante; tal y como sucede en la industria eléctrica, la del papel y el textil, la de la madera y los plásticos. Aquí, la radiación infrarroja (IR) es la fracción de la radiación solar que produce efectos caloríficos. Con una longitud de onda entre 1 y 4 microns, los infrarrojos tienen una amplia aplicación en procesos de producción industrial. Los emisores infrarrojos nos permiten usar, de una forma ajustada y eficiente, el espectro de radiaciones con una mayor energía calorífica.

Los infrarrojos no sólo producen el calor más rápido, sino también el calor más apropiado para aplicaciones concretas. Los emisores IR permiten resultados individualizados y variados para tareas de calentamiento y secado de cualquier tipo de material. Digamos que el uso de IR nos permite tener un "calor a la medida" cosa que a su vez nos asegura una productividad sencilla, segura, y mucho más económica debido a su eficiencia. Un ejemplo especialmente exigente son los procesos en los que se tiene que trabajar al vacío o con altas condiciones de pureza. Otra ventaja fundamental del trabajo

con IR es que no requiere ni agua ni aire para poder actuar sobre la superficie a calentar. Además, el calor IR está libre de fracciones de radiación algo más nocivas tales como los UV o los rayos X.

Efectos ventajosos

Este sistema basado en la radiación de rayos infrarrojos, evita el uso de generadores del tipo microondas, cuya frecuencia disponible de 2,45 Ghz, ó 900 MHz, supone la necesidad de filtros en la entrada y salida de los hornos, y el uso de bandas de transporte con materiales no absorbentes como polipropileno PP, o TPFE, lo que limita su uso en espesores altos, grandes cargas y temperaturas por encima de 100ºC, lo que puede limitar el uso en la mayoría de tablas de mármol y granito, cuyo transporte suele ser con elementos metálicos, como cadenas, rodillos ó roldanas.

Su principal ventaja reside en su funcionalidad puesto que los emisores de radiación de infrarrojos dispuestos en una estructura modular, permiten la adaptación necesaria para el tratamiento con las resinas de epoxi viable económica y técnicamente con un control independiente y regulable, adaptándose a las superficies y dimensiones de las líneas de producción de cada planta industrial de elaboración de materiales de construcción.

Descripción de las figuras

Para una mejor comprensión de las características generales anteriormente mencionadas, se acompañan varios dibujos a la presente invención los cuales exponen como se especifica a continuación:

Figura.1: Vista en sección de un sustrato - granito, mármol, piedra natural, etc... - junto con un recubrimiento de resina plástica de epoxi impregnada para ser curado.

Figura.2: Vista en sección de un sustrato - granito, mármol, piedra natural, etc... - junto con un recubrimiento de resina plástica de epoxi impregnada para ser curado reforzada con una malla de fibra de vidrio o materiales sintéticos.

Figura.3: Vista en sección de partes y componentes del equipo de curado de un módulo.

Figura.4: Vista de un conjunto de módulos encadenados del equipo de curado.

Modo de realizar la invención

Con referencia a la invención que se describe, se procede a la disposición de emisores de radiación de infrarrojos que son montados por el techo o por un lateral del dispositivo, generalmente agrupados por módulos a la unidad de control. Una unidad de control regula la potencia, en función del grado de temperatura alcanzado, el tipo y naturaleza de material a tratar, el tiempo de exposición, el espesor y altura de la superficie del material al emisor en cada módulo. Una forma preferente es colocar los emisores paralelos entre sí, y colocarlos agrupados, los cuales disponen de un reflector, normalmente acero inoxidable o aluminio, y un panel con aislamiento y clips de sujeción. Dicho conjunto tiene como misión irradiar sobre las superficies de los materiales evitando gradientes térmicos.

El procedimiento de trabajo se dispone de la siguiente manera: En una primera etapa, por medio de secado con infrarrojos, con una frecuencia de radiación en el infrarrojo cercano (NIR), se prepara el material previo al resinado, alcanzando temperaturas recomendadas entre 50 ºC y 60ºC, y eliminando cualquier traza de humedad. Alternativamente, este secado puede

ser sustituido perfectamente mediante horno de combustión con varios quemadores o placas radiantes de una potencia mínima equivalente de 10-15 kw/m2, también llamada irradiancia, que es la potencia de radiación irradiada por superficie del emisor.

Los campos de las longitudes de onda de esta primera etapa se situarán en este caso, entre 1 a 2 microns, teniendo el pico más alto en 1,2 microns. Este precalentamiento favorece la capilaridad, y por tanto la penetración, y una mayor fluidez de la resina al bajar la viscosidad. Con una potencia mínima de 5-15 kw/m2, función de la velocidad de línea, normalmente entre 0,7-3 m/min.

La segunda etapa es la fase llamada resinado o impregnación, donde la pieza va a ser mojada para su refuerzo o impregnada para su filtración. Siendo habitual gramajes entre 50-500 gr/m2, preferiblemente 150-250 gr/m2.

Posteriormente, en el transcurso de la tercera etapa del procedimiento de curado, y objeto de la invención, se añade un curado mediante el dispositivo basado en la radiación más selectiva que permite la máxima absorción de potencia en la mayoría de materiales entre 2,2 y 3,5 microns, lo que permite la vibración de la molécula de mayor polaridad, y en especial la cadena de polímero de epoxi.

Así pues, en la Figura.1 se puede apreciar una pieza en sección de un sustrato - granito, mármol, piedra natural, etc... - (**1**), junto con un recubrimiento de resina plástica de epoxi impregnada (**2**), con la finalidad de penetrar e infiltrarse en las imperfecciones, irregularidades y defectos estructurales por razón de su viscosidad y densidad. De igual manera, dicha pieza puede resultar además de tratada para su acabado final con la resina, reforzada también con una malla de fibra de vidrio o materiales sintéticos (**3**), como por ejemplo poliéster o poliamida sintetizada tipo kevlar®, para incrementar su resistencia a la flexión y a la tracción, tal y como expone la Figura.2.

La combinación del sustrato (**1**), resina plástica de epoxi impregnada (**2**), y en su caso de una malla de fibra de vidrio o materiales sintéticos (**3**), es el resultado de los materiales a tratar (**12**).

Más en concreto, en la Figura. 3, se muestra las partes de un dispositivo formado por un chasis de cerramiento (**4**), una estructura portante de emisores (**5**) regulable en altura según requerimiento de uso, y una mesa de transporte (**7**) para desplazamiento de los materiales a tratar (**12**). En el interior de la mencionada estructura portante de emisores (**5**) se dispone de uno o varios emisores (**6**) que generan una zona de radiación de infrarrojos ajustable al nivel de irradiancia requerido (**8**). Mientras que para facilitar la renovación de los vapores resultantes de la reacción térmica producida es necesario la extracción localizada de los vapores mediante el empleo de conductos de extracción con ventilador (**9**) simultáneamente con la introducción de aire renovado por la boca de salida (**10**) y boca de entrada (**11**) ya fuere de modo forzado con ventiladores o simplemente como huecos con tiro natural.

A continuación se describen una serie de tablas que permiten determinar tanto las características técnicas de la radiación como la absorción óptica de colores en la zona de radiación de infrarrojos ajustable al nivel de irradiancia requerido (**8**):

Tabla. 3

Clasificación radiación infrarroja según rango de longitud de onda.

Tipo radiación	**Rango longitud de onda**	**Valor pico promedio longitud de onda**
IR OC (onda corta)	0,7-2 µm	1,2 µm
IR OM (onda media)	2,2-3,5 µm	2,2 µm
IR OL (onda larga)	3-5 µm	4 µm

Además, en la Tabla.4, se observa que la influencia de la absorción óptica es menos acusada, por lo que es necesario valores mayores de irradiancia en Onda Corta y marcando los márgenes entre 0,3-4,8 w/cm2, siendo valores normales entre 0,4-4 w/cm2 en OC, frente a 0.3-4,6 w/cm2 en OM y OL, dado que la influencia del color va a ser menor.

Tabla 4.

Límites según espesor y color

w/cm2	**colores claros homogéneo**		
espesor X (mm)	**OC**	**OM**	**OL**
X≤ 20 mm	0,3 4,4	0,3 4,2	0,3 4,2
20<X<38 mm	0,4 4,6	0,4 4,4	0,4 4,4
38≤X≤ 100 mm	0,5 4,8	0,5 4,6	0,5 4,6

Mientras que, en la Tabla.5, se observa como en colores mixtos donde haya un porcentaje de claro y oscuro no homogéneo, la influencia de la OC, ha de reducirse, y por tanto entrarían en mayor porcentaje la OM y la OL, que son menos sensibles al color, limitándose la OC a valores entre de 0,3-4,2 w/cm2, frente a 0,3-4,4 w/cm2 en OM función del espesor, siendo menor el efecto en los gradientes térmicos alcanzados.

Tabla 5.

Límites según espesor y color

w/cm2	colores mixtos no homogéneo		
espesor X (mm)	**OC**	**OM**	**OL**
X≤ 20 mm	0,3 3,3	0,3 3,7	0,3 4,1
20<X<38 mm	0,4 3,6	0,4 4,0	0,4 4,3
38≤X≤ 100 mm	0,5 4,2	0,5 4,4	0,5 4,6

Y para concluir, en la Tabla.6, se observa como la absorción óptica, tiene gran efecto, aumentando la eficiencia de la OC en colores oscuros, lo que permite reducir la potencia en valores de 0,3-3,6 w/cm2 función del espesor. Pero también se precisa menor energía radiante con el uso de OM y OL. También en este tipo de colores es mayor la potencia cuando aumenta el espesor, y termodinámicamente hablando a mayor masa, mayor cantidad de calor.

Tabla.6.

Limite según color y espesor

w/cm2	colores oscuros homogéneo		
espesor X (mm)	**OC**	**OM**	**OL**
X≤ 20 mm	0,3 3,0	0,3 3,4	0,3 3,8
20<X<38 mm	0,4 3,3	0,4 3,7	0,4 4,1
38≤X≤ 100 mm	0,5 3,6	0,5 4,0	0,5 4,4

Todo este procedimiento por etapas sucesivas puede ser realizado a modo de línea o proceso industrial principal o complementario y auxiliar, como equipo individual o bien de carácter modular mediante una serie de varios módulos. En ese caso, cada módulo o unidad radiante, está formada por un número de emisores variable, función de su longitud y potencia como puede apreciarse, y todos ellos encadenan la introducción de aire renovado por la boca de salida (**10**) y boca de entrada (**11**) de cada uno de los módulos, para neutralizar los vapores resultantes.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento de curado de resinas plásticas de epoxi por radiación térmica para materiales de construcción laminares para precipitar el fenómeno físico del entrecruzamiento molecular del adhesivo y el endurecedor de la resina plástica infiltrándose y recubriendo fisuras, defectos e irregularidades en las piezas a tratar ajustable al nivel de irradiancia requerido (**8**) **caracterizado por** una primera etapa de precalentamiento de la pieza por rayos infrarrojos con una frecuencia de radiación en el infrarrojo cercano (NIR) en campos de longitudes de onda de entre 1 a 2 microns y con temperaturas de entre 50 ºC y 60ºC; una segunda etapa de resinado o impregnación de la resina con gramajes entre 50 a 500 gr/m2 y de una sucesiva tercera etapa de curado con longitudes de onda de entre 2,2 y 3,5 microns.

2. Equipo de curado de resinas plásticas por radiación térmica para materiales de construcción laminares para precipitar el fenómeno físico del entrecruzamiento molecular del adhesivo y el endurecedor de la resina plástica infiltrándose y recubriendo fisuras, defectos e irregularidades en piezas compuestas de un sustrato - granito, mármol, piedra natural, etc...- (**1**), junto con un recubrimiento de resina plástica de epoxi impregnada (**2**) o bien reforzada también con una malla de fibra de vidrio o materiales sintéticos (**3**) para un proceso industrial en línea, o un equipo individual o un equipo modular **caracterizado por** un chasis de cerramiento (**4**), una estructura portante de emisores (**5**) regulable, una mesa de transporte (**7**) para desplazamiento de los materiales a tratar (**12**). En el interior de dicha estructura portante de emisores (**5**) se dispone de uno o varios emisores (**6**) que generan una zona de radiación de infrarrojos ajustable (**8**), conductos de extracción con ventilador (**9**), y boca de salida (**10**) y boca de entrada (**11**) de aire renovado con ventiladores o con huecos a modo de tiro natural.

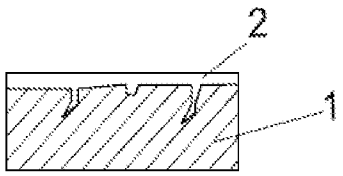


Fig.1

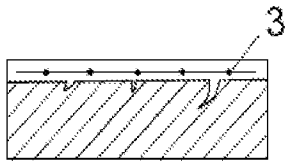


Fig.2

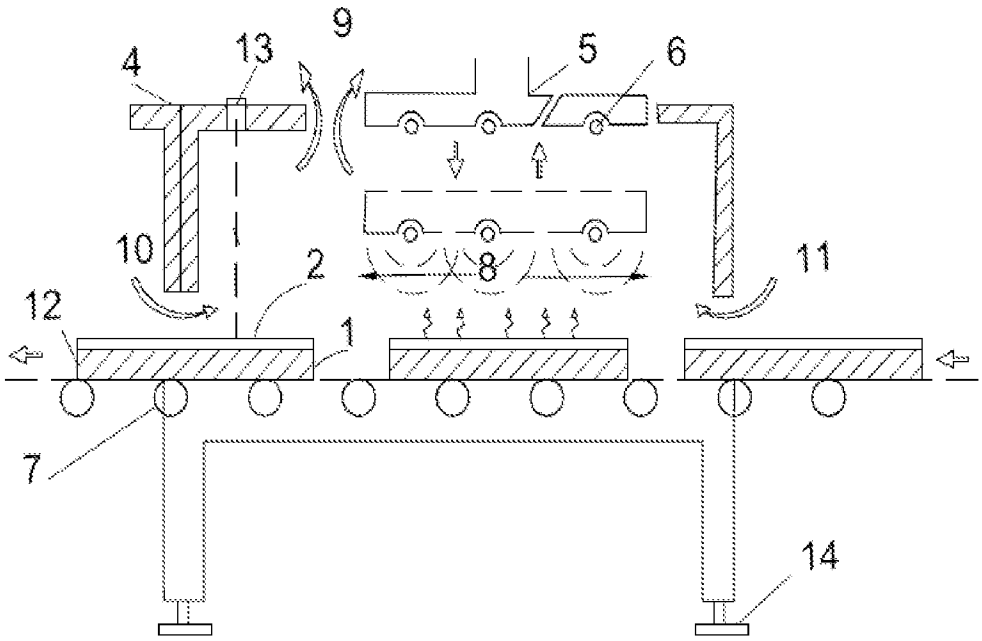
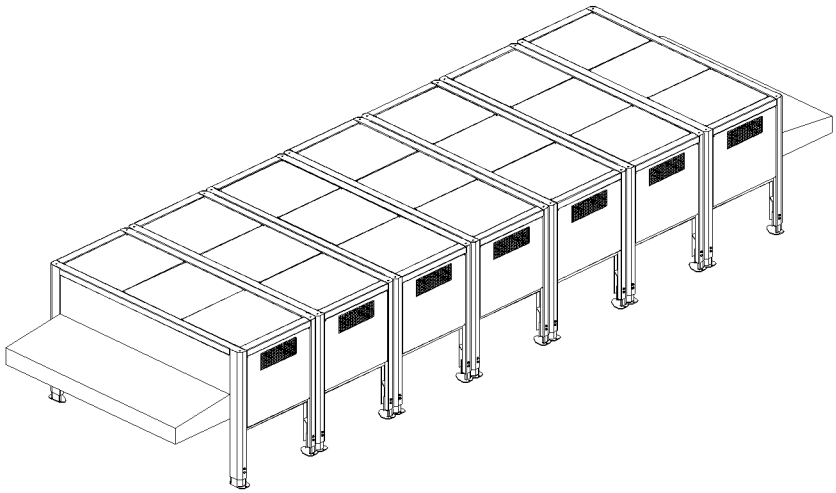


Fig.3

Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/ES2012/070415

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F26B3/30 (2006.01)
C04B41/48 (2006.01)
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F26B, C04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, INVENES, WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ES 2323402 A1 (JOSE A GARCIA MOYA S L U) 14/07/2009, page 3.	1,2
X	US 2820131 A (KODAMA GEORGE T) 14/01/1958, the whole document.	2
X	ES 236609 A1 (CERVERA ALSINA JOSE) 01/03/1958, page 4.	2
A	ES 2330599 A1 (BULMA TECNOLOGIA S L) 11/12/2009, the whole document.	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents , such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
29/11/2012	**(17/12/2012)**
Name and mailing address of the ISA/ OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España) Facsimile No.: 91 349 53 04	Authorized officer B. Aragón Urueña Telephone No. 91 3493277

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/ES2012/070415

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
ES2323402 AB	14.07.2009	NONE	
ES236609 A	01.03.1958	NONE	
US2820131 A	14.01.1958	NONE	
ES2330599 AB	11.12.2009	NONE	

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº
PCT/ES2012/070415

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD
F26B3/30 (2006.01)
C04B41/48 (2006.01)
De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)
F26B, C04B

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)
EPODOC, INVENES, WPI

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
X	ES 2323402 A1 (JOSE A GARCIA MOYA S L U) 14/07/2009, página 3.	1,2
X	US 2820131 A (KODAMA GEORGE T) 14/01/1958, todo el documento.	2
X	ES 236609 A1 (CERVERA ALSINA JOSE) 01/03/1958, página 4.	2
A	ES 2330599 A1 (BULMA TECNOLOGIA S L) 11/12/2009, todo el documento.	1

☐ En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

* Categorías especiales de documentos citados:
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.
"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.	Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.
29/11/2012	**17 de diciembre de 2012 (17/12/2012)**
Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España) Nº de fax: 91 349 53 04	Funcionario autorizado B. Aragón Urueña Nº de teléfono 91 3493277

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

Solicitud internacional nº

PCT/ES2012/070415

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
ES2323402 AB	14.07.2009	NINGUNO	
ES236609 A	01.03.1958	NINGUNO	
US2820131 A	14.01.1958	NINGUNO	
ES2330599 AB	11.12.2009	NINGUNO	