(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 590 233**

(21) Número de solicitud: 201500364

(51) Int. CI.:

B29C 39/00 (2006.01)
G01N 1/28 (2006.01)
B29C 33/00 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación:

18.05.2015

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

18.11.2016

(71) Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE CÁDIZ (100.0%)
C/ Ancha, 16
11001 Cádiz ES

(72) Inventor/es:

TORRES URIONA, Dery y
ARAUJO GAY, Daniel

(54) Título: **Molde y procedimiento para la fabricación de probetas rectangulares de ancho variable de resinas expoxi RTM**

(57) Resumen:

Molde y procedimiento para la fabricación de probetas rectangulares de ancho variable de resinas epoxi RTM.

La invención permite producir al mismo tiempo diferentes tipos de probetas rectangulares de anchos variables. Está compuesto de un pack de piezas metálicas y dos tapas de vidrio, que confieren al molde un armado intuitivo, estabilidad y facilidad de limpieza. Por su configuración y naturaleza de sus componentes, este molde produce probetas de resina epoxi exentas de burbujas y de un buen acabado.

El principal interés de este aparato no reside solo en la fabricación de probetas rectangulares sin burbujas y de buen acabado, si no también, en la posibilidad de variar fácilmente la configuración interna del molde para producir otro tipo de probetas.

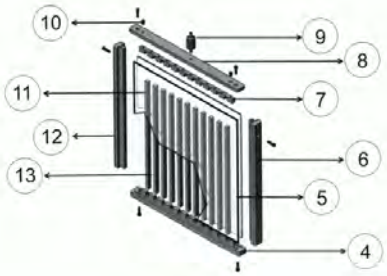

Fig.3

ES 2 590 233 A1

DESCRIPCIÓN

MOLDE Y PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN DE PROBETAS RECTANGULARES DE ANCHO VARIABLE DE RESINAS EPOXI RTM.

SECTOR DE LA TÉCNICA AL QUE SE REFIERA LA INVENCIÓN

Las resinas epoxi de tipo RTM (siglas de Moldeo por Transferencia de Resina) son cada vez más utilizadas, especialmente en la industria aeronáutica. Frecuentemente se las encuentra como matriz debido a la cantidad de componentes que pueden reaccionar con este material para formar compuestos con un amplio rango de propiedades. Gracias a su baja densidad y peso molecular las resinas epoxi RTM también se utilizan en la fabricación de piezas mediante técnicas de inyección en diversos sectores tales como naval, automoción, deportes de alta competitividad, etc.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Los materiales compuestos de matriz epoxi han ganado una gran importancia en todo tipo de construcciones en la que se diseñan y fabrican estructuras ligeras, especialmente en la industria aeronáutica y aeroespacial. En la mayoría de estas aplicaciones se requiere un buen control de las propiedades mecánicas, en particular, de la tenacidad del material a diferentes condiciones de solicitación. Para el análisis experimental de la tenacidad según la ESIS-TC4 se requieren de probetas rectangulares (ver Fig. 2) entalladas sometidas a flexión a tres o cuatro puntos o a tracción uniaxial.

Las resinas epoxis se obtienen a partir de dos constituyentes, una resina liquida pura y un catalizador liquido o endurecedor. Estos dos componentes se mezclan mediante agitadores magnéticos en una determinada proporción hasta obtener un color de mezcla homogéneo. Después, esta mezcla se vacía en un molde para su proceso de curado.

Los problemas más comunes en la fabricación de dichas probetas es la aparición de burbujas en el seno del material y el desmolde.

Las técnicas utilizadas para la fabricación de este tipo de probetas rectangulares de resinas epoxi se basan en la utilización de moldes de silicona dispuestas en forma horizontal. La silicona facilita el desmolde, pero sin embargo, no evita las burbujas en el 1) seno del material y/o en el mejor de los casos 2) en la superficie de las probetas. En el caso 1) puede variar el comportamiento mecánico del material generando concentradores de tensiones y en consecuencia encontrar resultados de tenacidad totalmente erróneos y tener posibles consecuencias desastrosas a la hora de dimensionar estructuras. En el caso 2) debe retirase la zona afectada por las burbujas mediante mecanizado y pulido teniendo en cuenta las dimensiones normalizadas de la probeta y posibles efectos de calentamiento en el proceso de mecanizado.

En consecuencia, la presente invención proporciona un molde y un procedimiento sencillo para la fabricación de probetas de resina epoxi RTM sin burbujas y con superficies de buen acabado.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCIÓN

Este invento consiste en un molde modular y reutilizable en aleación de aluminio (duro aluminio) y vidrio dispuesto verticalmente para la fabricación de probetas rectangulares de resina epoxi RTM. Variando la configuración interna del molde se pueden producir diferentes probetas. El principal interés de este aparato no reside solo en la fabricación de probetas rectangulares sin burbujas y de buen acabado, si no también, en la posibilidad de variar fácilmente la configuración interna del molde para producir otro tipo de probetas.

El presente sistema consiste en una serie de piezas de aleación de aluminio que conforman el cuerpo del molde y dos piezas de vidrio que sirven de tapas laterales.

La base del molde (4) está conformada por un cuerpo central que presenta agujeros destinados a alojar unas barras laterales (11) que, en función de la posición que ocupen, definen el ancho y la altura de las probetas a obtener. A los lados de dicho cuerpo central se encuentran dos ranuras las cuales sirven para fijar las tapas de vidrio (5) a la base. La distancia entre dichas tapas define el espesor de la probeta. Dos piezas laterales iguales (6, 12) conforman el marco exterior del molde que se fijan a la base mediante tornillos. Cada una de estas dos piezas tienen ranuras que sirven para deslizar y fijar las tapas de vidrio. Una pieza de sujeción interior (7) del molde sirve para fijar las barras laterales, dicha pieza se fija al marco exterior del molde mediante tornillos. Esta pieza está dotada de agujeros para permitir la entrada de la resina epoxi y la salida del aire empujado por la misma. Finalmente la pieza que sirve de tapa superior del molde (8). Al igual que la pieza base la tapa tiene dos ranuras a cada lado para sujetar las dos tapas de vidrio. Esta provista de dos agujeros para la entrada de la resina epoxi y la salida del aire y de una válvula de retención (9) que permite extraer el aire del interior del molde y facilitar la destrucción de burbujas (14). La tapa (8) se sujeta al resto del molde mediante dos tornillos. En líneas generales de descripción, el molde forma una especie de marco de fotos cubierto de vidrio por delante y por detrás.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Fig. 1.- Esquema de funcionamiento de la invención.

Fig. 2.- Probetas rectangulares de resinas epoxi necesarias para el análisis de la tenacidad de fractura.

1. Probeta rectangular con una entalla, se utiliza para cuantificar la tenacidad del material.
2. Probeta rectangular de flexión con doble entalla (2) se utiliza para poner en evidencia la plasticidad en forma de bandas de cizalla antes de la propagación de la grieta.

3. Probeta rectangular con una entalla a cada lado, se utiliza en ensayos de tracción uniaxial para ver la plasticidad del material.

También se utilizan probetas de flexión rectangulares sin entallas para obtener el modulo elástico de Young, mediante relaciones de curvatura y momento.

Fig. 3.- Esquema general del molde en vista explosionada.

4. Base del molde
5. Tapas de vidrio templado de 4mm de espesor
6. Pieza lateral derecha
7. Pieza interna de sujeción
8. Tapa del molde
9. Válvula de retención
10. Tapón de goma
11. Barras paralelas
12. Pieza lateral izquierda
13. Cámara donde se alojará la probeta

Fig. 4.- Molde completamente armado y en pleno funcionamiento.

14. Burbujas en la resina de la primera cámara
15. Probeta en la segunda cámara con mucho menos burbujas
16. Probeta en la tercera cámara sin burbujas
17. Una cámara del molde que se equilibrará por el fenómeno de vasos comunicantes

Fig. 5.- Molde armado en pleno funcionamiento con otra configuración

18. Probeta de la primera cámara del molde con diferentes dimensiones
19. Cubos de relleno cuando se cambia la configuración del molde

MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCIÓN

El modo de actuar para obtener probetas rectangulares de resinas epoxi mediante el molde, presentado previamente, es muy sencillo y comprende las siguientes etapas sucesivas: 1) armar el molde y asegurar su estanqueidad, 2) verter la resina epoxi y sellar el molde, finalmente y después del proceso de curado 4) desmoldar.

Dada la naturaleza altamente adhesiva de la resina epoxi, antes de la etapa 1) es necesario cubrir las piezas que estén en contacto con ella para facilitar el desmolde. Para este procedimiento podría usarse un barniz plastificante para cubrir los microporos del duro aluminio o un film plástico. Para el caso de las tapas de vidrio que están en mayor contacto con la resina epoxi se ha observado que el film transparente de cocina funciona muy bien. Además de facilitar el desmolde también se obtienen probetas cubiertas (protegidas) con el film transparente.

El armado del molde (etapa 1) es un procedimiento sencillo e intuitivo (ver Fig. 3). Para asegurar la estanqueidad se aplica teflón y silicona en las juntas del molde. Para la etapa 2) se debe explicar un poco que es lo que ocurre en el interior del molde. Las barras paralelas (11) forman cámaras (13) donde se alojarán las futuras probetas rectangulares. Estas cámaras definen las dimensiones de dichas probetas es decir, espesor, ancho y largo. Debido a la configuración del molde, estas cámaras actúan como vasos comunicantes entre ellas. En la etapa 2) se aprovecha este fenómeno para verter la resina epoxi por la primera cámara donde habrá una aglomeración de burbujas (ver Fig. 14), resultado de la homogenización de la mezcla. Sin embargo, se observa que en las cámaras sucesivas se perciben mucho menos burbujas incluso ninguna. Al final, cuando se ha terminado de introducir la resina epoxi en el molde las cámaras se equilibran por el efecto de vasos comunicantes. Las burbujas que quedan suben hacia arriba o simplemente explotan en las paredes del molde. Después se procede a tapar los agujeros que se han utilizado para el vertido de la resina epoxi mediante dos tapones de caucho (10) que evita la entrada de aire. Y se procede a instalar la válvula (9) para la extracción del aire remanente.

El proceso de curado de la resina se realiza durante un tiempo de entre 0 y 48 horas a temperatura ambiente, seguido de otro periodo de entre 2 y 24 horas a una temperatura inferior a la temperatura de transición vítrea de la resina utilizada. Una vez terminado el proceso de curado, en nuestro caso 22 horas temperatura ambiente y 6 horas a 65ºC se concluye con el desmolde (etapa 3). Esta etapa consiste básicamente en desarmar el molde, es decir, se quitan los tornillos y se quita la silicona y el teflón que habíamos aplicado en la etapa 1). Finalmente se dan golpecitos en el marco exterior del molde con el objetivo de despegar las probetas del molde, una vez hecho esto, se quitan los cristales, las piezas del interior del molde y por último las probetas rectangulares.

APLICACIÓN INDUSTRIAL

La invención se ha probado en laboratorio y existe un prototipo preparado para su desarrollo y comercialización. Tiene un alto potencial de aplicación en el campo de ensayos mecánicos de resinas epoxi. Este sistema se ha empleado utilizando una resina epoxi de tipo RTM que tiene diversas aplicaciones estructurales, especialmente en el campo de la aeronáutica. Las probetas utilizadas en dichos ensayos mecánicos han de tener las dimensiones estandarizadas exactas, y sin ningún tipo de defectos en su seno. Dichos defectos podrían presentarse en forma de burbujas y/o de un mal acabado superficial que actúen como concentradores de tensiones y que varíen su comportamiento intrínseco. Estas variaciones de comportamiento podrían provocar un sobredimensionamiento de algunos parámetros de diseño, provocando consecuencias desastrosas.

REIVINDICACIONES

1. Molde para la fabricación de probetas rectangulares de ancho variable de resinas epoxi RTM, caracterizado por un diseño modular, compuesto por una serie de piezas metálicas que conforman el cuerpo del molde, cuya disposición interior variable genera cámaras que permiten producir probetas de diferente tamaño mediante la simple variación de su posición relativa y se comportan entre ellas como vasos comunicantes, y dos piezas de vidrio que sirven de tapas laterales.

2. Molde para la fabricación de probetas rectangulares de ancho variable de resinas epoxi RTM, según reivindicaciones 1 y 2, que comprende:

- Base del molde (4), formada por un cuerpo central, que presenta agujeros destinados a alojar unas barras laterales (11), y provista de dos ranuras laterales que sirven para fijar las tapas de vidrio (5).
- Tapas de vidrio templado (5), que se alojan en las ranuras laterales de la base del molde y cuya distancia relativa define el espesor de la probeta.
- Dos piezas laterales (6 y 12) que una vez fijadas a la base forman el marco exterior del molde, y poseen ranuras que sirven para deslizar y fijar las tapas de vidrio.
- Pieza de sujeción interior (7) que, fijada a la tapa del molde (8), sirve para fijar las barras laterales, va dotada de agujeros para permitir la entrada de la resina epoxi y la salida del aire empujado por la misma.,
- Tapa superior del molde (8), dotada de dos ranuras, una a cada lado, para sujetar las dos tapas de vidrio y provista de dos agujeros para la entrada de la resina epoxi y la salida del aire y de una válvula de retención (9).
- Válvula de retención (9) que permite extraer el aire del interior del molde y facilitar la destrucción de burbujas.

- Tapones de goma (10), para cerrar los agujeros de entrada de la resina y salida del aire.
- Barras laterales (11) que se alojan en todos o algunos de los agujeros que presentan la base del molde (4) y la tapa superior del mismo (8), y de cuya disposición y altura depende el ancho y la altura de las probetas obtenidas,

3. Molde para la fabricación de probetas rectangulares de ancho variable de resinas epoxi RTM, según reivindicación 2, caracterizado porque las dos piezas laterales se fijan sobre la base y la tapa mediante uniones empernadas, las barras paralelas mediante presión sobre la pieza de unión interior y las tapas de vidrio ubicadas en las ranuras laterales que presentan la base, la tapa y las piezas laterales.

4. Molde para la fabricación de probetas rectangulares de ancho variable de resinas epoxi RTM, según reivindicación 3, caracterizado porque la colocación en la estructura general de las barras laterales forman unas cámaras que se comportan como vasos comunicantes entre ellas, donde se generarán las probetas, cuyo número y tamaño dependerá de la posición relativa de estas barras.

5. Molde para la fabricación de probetas rectangulares de ancho variable de resinas epoxi RTM, según reivindicación 2 caracterizado porque la tapa del molde presenta dos agujeros, para la entrada de material y para la salida de aire, por una válvula de aire que permite hacer vacío y dos ranuras que fijan las dos tapas de vidrio.

6. Molde para la fabricación de probetas rectangulares de ancho variable de resinas epoxi RTM, según reivindicación 2 caracterizado porque las tapas de vidrio son dos planchas de vidrio templado, recubiertas de un film plástico, son las que están en mayor contacto superficial con el material.

7. Procedimiento para la fabricación de probetas rectangulares de ancho variable de resinas epoxi RTM, según reivindicaciones 1 a 6 que comprende las siguientes etapas:

   a) Cubrir las partes de la estructura que conforma el molde que estarán en contacto con la resina mediante un barniz o un film plástico.

   b) Armar el molde y asegurar su estanqueidad, empleando teflón y silicona en las juntas del molde.

   c) Verter la resina epoxi a través del agujero que presenta la tapa del molde para tal fin y sellar el molde mediante dos tapones de caucho (10) que evita la entrada de aire. Y se procede a instalar la válvula (9) para la extracción del aire remanente.

   d) Curado de la resina durante un tiempo de entre 0 e 48 horas a temperatura ambiente, seguido de otro periodo de entre 2 e 24 horas a una temperatura inferior a la temperatura de transición vítrea de la resina utilizada.

   e) Desmoldar las probetas del molde.

8. Procedimiento para la fabricación de probetas rectangulares de ancho variable de resinas epoxi RTM, según reivindicación 7, en el que la etapa de curado se realiza manteniendo la resina durante 22 horas a temperatura ambiente y 6 horas a 65°C.

Fig.1

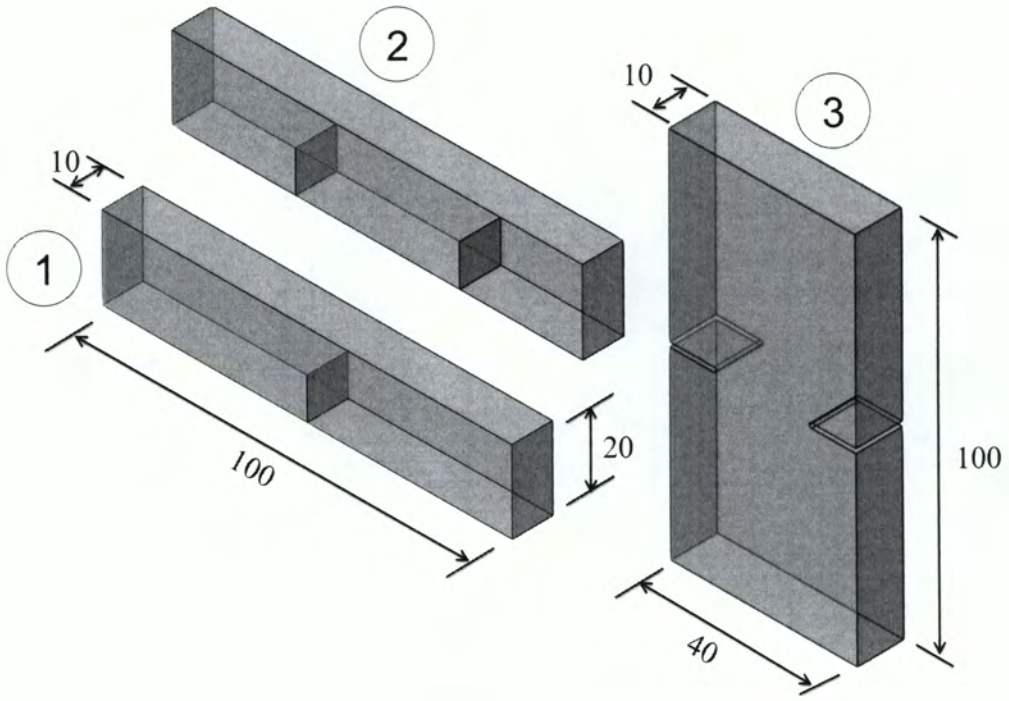

Fig.2

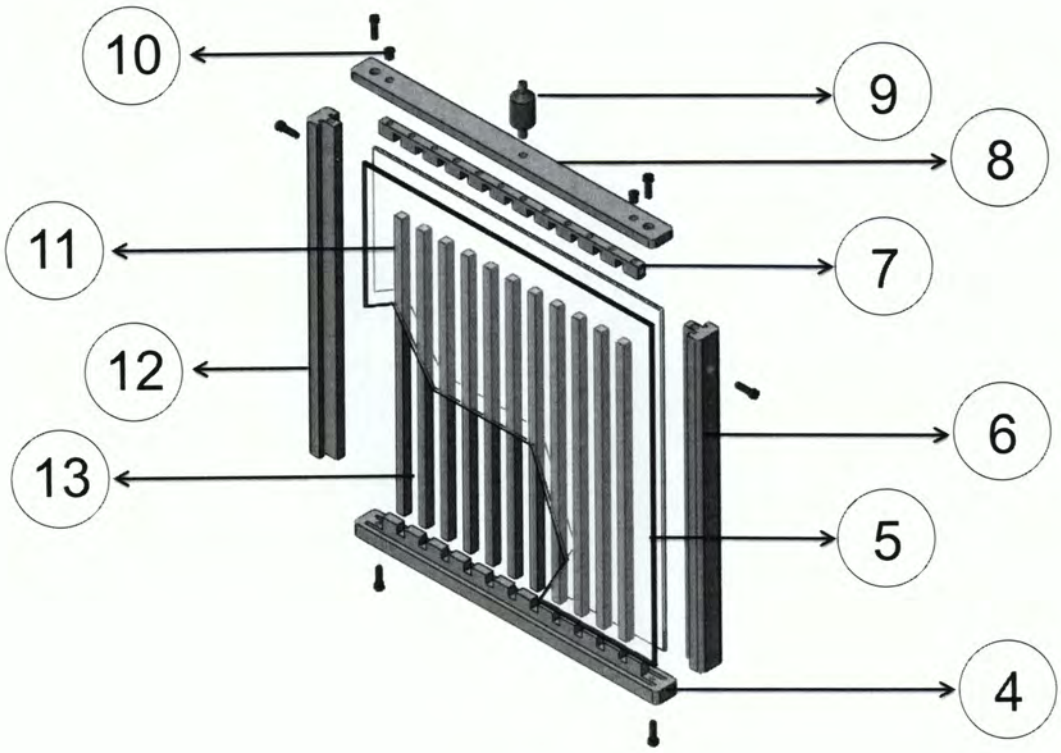

Fig.3

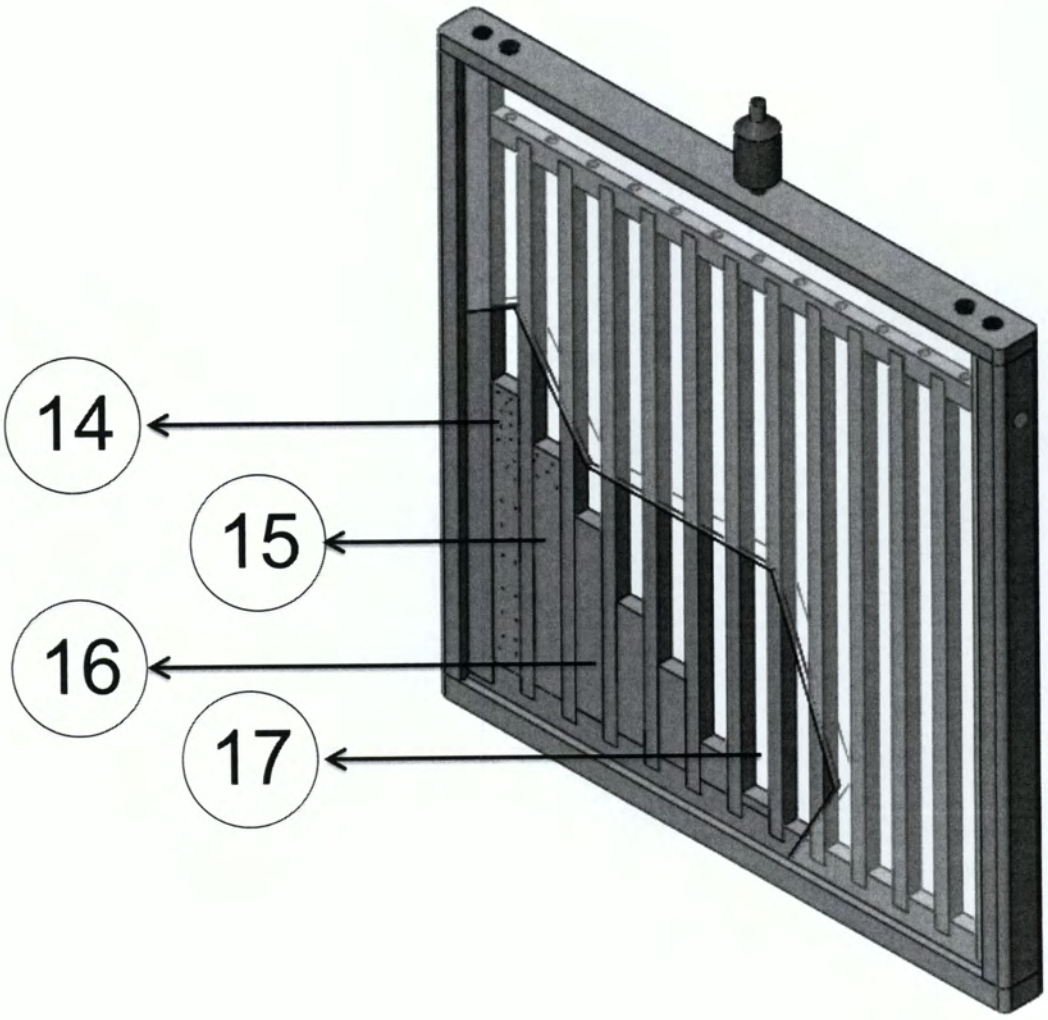

Fig.4

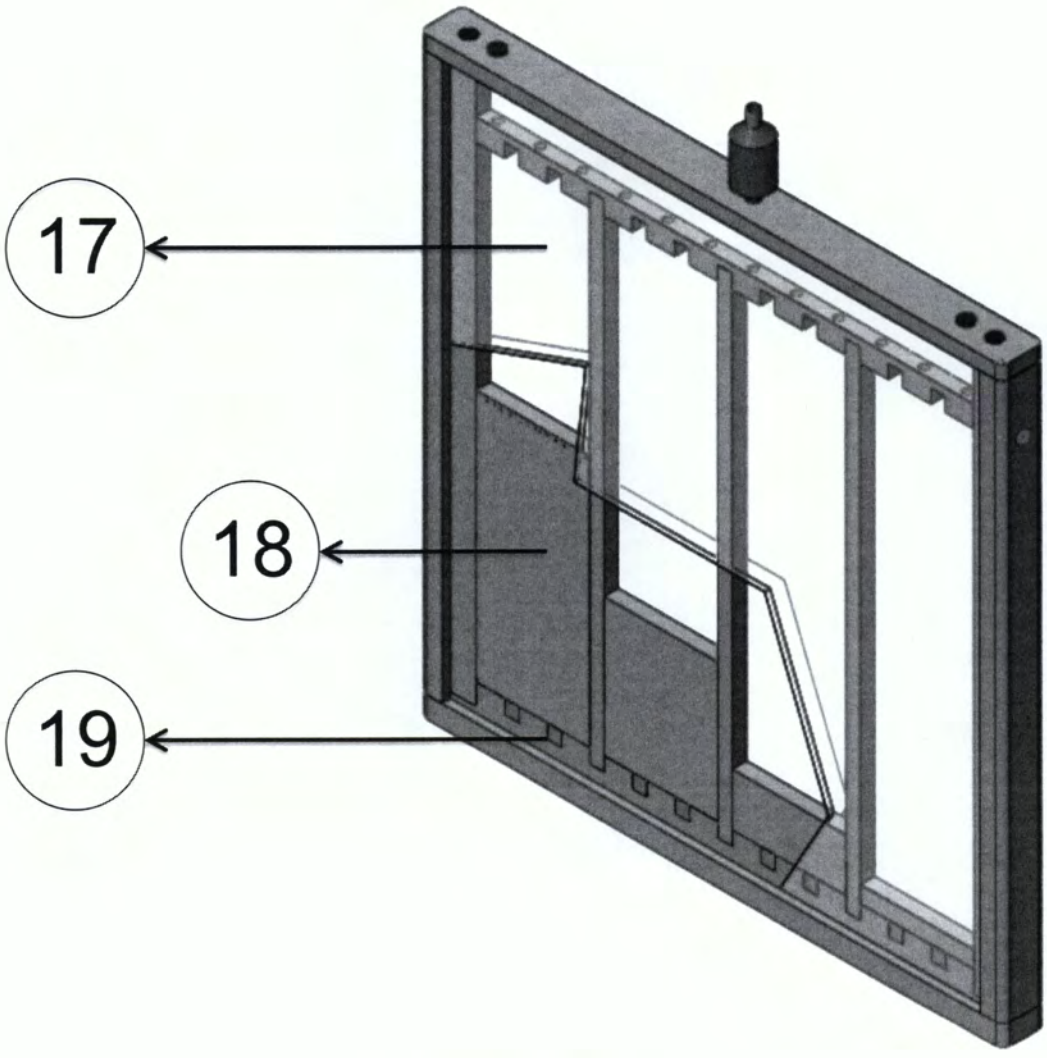

Fig.5

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201500364

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 18.05.2015

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) **Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
X	"Neat Resin Specimen Fabrication Aids" (DR. DONALD ADAMS 17.04.2009; High performance composites); todo el artículo.	1
A		2-8
A	Análisis y desarrollo de metodología y accesorios para obtención de prototipos mediante moldes de silicona y de resina fotopolimerizable (proyecto fin de carrera; SERGIO GUERRA LACAMBRA); septiembre de 2013; página 5.	1-8
A	CN 202186017 U (ANHUI FUKAI STAINLESS STEEL CO LTD) 11.04.2012, resumen DWPI.	1-8
A	CN 203155945 U (WANG YANHONG) 28.08.2013, resumen DWPI.	1-8

Categoría de los documentos citados
X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	**Examinador**	**Página**
22.12.2015	C. Rodríguez Tornos	1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B29C39/00 (2006.01)
G01N1/28 (2006.01)
B29C33/00 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B29C, G01N

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 22.12.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-8	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	2-8	**SI**
	Reivindicaciones	1	**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	"Neat Resin Specimen Fabrication Aids" (DR. DONALD ADAMS 17.04.2009; High performance composites); todo el artículo.	17.04.2009
D02	Análisis y desarrollo de metodología y accesorios para obtención de prototipos mediante moldes de silicona y de resina fotopolimerizable (proyecto fin de carrera; SERGIO GUERRA LACAMBRA); septiembre de 2013; página 5.	09.2013
D03	CN 202186017 U (ANHUI FUKAI STAINLESS STEEL CO LTD)	11.04.2012
D04	CN 203155945 U (WANG YANHONG)	28.08.2013

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

D01 divulga métodos y moldes de fabricación de probetas de resina. Se divulga la fabricación de probetas entre dos superficies verticales espaciadas una distancia y unidas en tres de sus lados, dejando solamente la parte superior abierta, para su fabricación se emplean dos hojas de vidrio que permiten ver el llenado de molde.

No se aprecia actividad inventiva en la solución propuesta en la reivindicación 1, ya que las principales características técnicas que se derivan de dicha reivindicación ya son conocidas de D01.

D02 divulga la fabricación de piezas y prototipos en resinas mediante moldes de silicona y mediante prototipado rápido.

D03 y D04 divulgan moldes para colada de material en los que se aplican los principios de vasos comunicantes.

Ninguno de los documentos citados muestra las características técnicas de las reivindicaciones dependientes 2-6, tampoco resulta evidente para un experto en la materia llegar al objeto técnico reivindicado en dichas reivindicaciones a partir del estado de la técnica conocido, por ello las reivindicaciones 2-6 de la solicitud poseen novedad y actividad inventiva.

De la misma manera el procedimiento de fabricación de probetas con el molde reivindicado objeto de las reivindicaciones 7 y 8 también cumpliría con los requisitos de novedad y actividad inventiva (artículos 6 y 8 de la Ley de patentes).