

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 360**

51 Int. Cl.:

H05B 6/02 (2006.01)

B29C 33/06 (2006.01)

B29C 35/08 (2006.01)

B29C 43/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2009 PCT/FR2009/000280**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2009 WO09125079**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2009 E 09729604 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016 EP 2255595**

54 Título: **Dispositivo de transformación de materiales que utiliza un calentamiento por inducción y medios de compactación deformables**

30 Prioridad:

17.03.2008 FR 0851728

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

14.02.2017

73 Titular/es:

**ROCTOOL (100.0%)
Savoie Technolac
73370 Le Bourget du Lac, FR**

72 Inventor/es:

**FEIGENBLUM, JOSÉ y
GUICHARD, ALEXANDRE**

74 Agente/Representante:

LÓPEZ CAMBA, María Emilia

ES 2 601 360 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

Dispositivo de transformación de materiales que utiliza un calentamiento por inducción y medios de compactación deformables

5 La presente invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento en los que se utiliza un calentamiento por inducción y medios de presión deformables, particularmente con el fin de realizar la transformación o el moldeo de materiales, en particular de materiales compuestos de matriz termoplástica o termoendurecible.

10 Se conoce un dispositivo, como el que se describe en la solicitud internacional n° WO2005/094127, que permite localizar el calentamiento por inducción en superficie, de manera a delimitar el calentamiento en la interfaz molde/materia.

15 Tal dispositivo comprende inductores que rodean dos cuerpos de molde, fabricados en un material eléctricamente conductor, y comprendiendo una zona calentadora destinada a estar dispuesta a proximidad de o en contacto con el material a transformar, los cuerpos de molde siendo aislados eléctricamente el uno del otro. Por lo que, gracias a este corte eléctrico entre los dos cuerpos de molde, las caras situadas enfrente de estos últimos delimitan una separación por la que circula el campo magnético creado por los inductores. El campo magnético induce así corrientes eléctricas en la superficie de los cuerpos de molde, y en particular en la superficie de la zona calentadora de cada cuerpo de molde, permitiendo así localizar el calentamiento en superficie.

20 Tal dispositivo permite una subida de temperatura en las zonas eléctricas muy rápida e importante, puesto que la energía generada por los inductores es inyectada directamente en la superficie de las zonas calentadoras, en un espesor muy débil, generalmente de unas décimas de milímetro. Sin embargo, tal dispositivo requiere la fabricación de dos semimoldes que respondan a las restricciones mecánicas y de fabricación estrictas. Aunque sea eficiente, este dispositivo resulta costoso.

30 Por otra parte, este dispositivo presenta rendimientos limitados cuando se quiere realizar piezas geoméricamente complejas, particularmente las que presentan formas no desarrollables, y en particular cuando éstas presentan superficies perpendiculares a la línea de unión del molde, o de poco recorte. En efecto, la pieza está sometida a la presión ejercida por el semimolde superior (o punzón) sobre el semimolde inferior (o matriz). Para ello, la zona de moldeo del punzón presenta una forma complementaria a la zona de moldeo de la matriz, y el punzón es móvil según un eje perpendicular a la línea de unión. Este movimiento de translación permite ejercer la presión requerida sobre la pieza para las superficies sensiblemente paralelas a la línea de unión del molde (es decir, perpendiculares a la dirección de desplazamiento del punzón) o ligeramente inclinadas con respecto a este plano. Al contrario, debido a este movimiento de translación único, para las superficies verticales (es decir, perpendiculares a la línea de unión), o que presentan un ángulo de recorte leve, el punzón no es capaz de ejercer una presión suficiente para pegar correctamente la pieza sobre la zona de moldeo de la matriz. Por lo que se generan así problemas de calidad final de la pieza realizada (estado de superficie, resistencia mecánica, impregnación de las fibras....)

40 La presente invención tiene como objetivo paliar los inconvenientes del estado de técnica anterior proponiendo un dispositivo de calentamiento de material(es) que permita una subida de temperatura muy rápida y controlable con una gran precisión, y que permita realizar piezas geoméricamente complejas con la calidad requerida. Por tanto, la invención se refiere a un dispositivo que utiliza un calentamiento por inducción acoplado a un entrehierro y equipado con medios de presión deformables.

Más precisamente, la invención se refiere a un dispositivo de calentamiento para la transformación de un material **según la reivindicación 1.**

50 La invención permite así limitar el calentamiento por inducción en una superficie, con el fin de localizar el calentamiento en la interfaz molde/materia, con el fin de limitar el consumo de energía, y asimismo mejorar el rendimiento energético del dispositivo, de manera a asegurar una presión uniformemente repartida sobre la pieza. De hecho, los medios de presión o de compactación, deformables, aseguran una presión isobárica sobre la pieza, independientemente de la forma de la pieza. La productividad se incrementa también con respecto a los dispositivos conocidos que utilizan medios de presión deformables, gracias a periodos de calentamiento y de enfriamiento reducidos, sólo se somete una fracción muy pequeña del volumen del molde al calentamiento por inducción.

En una forma de realización, los medios de presión comprenden una membrana flexible.

60 En una forma de realización, la membrana flexible está unida de forma estanca a la matriz, medios que permiten generar una depresión entre la membrana y la matriz.

En una forma de realización, la membrana flexible está unida de forma estanca al cuerpo superior, medios que permiten generar una sobrepresión entre la membrana y el cuerpo superior.

65 En una forma de realización, el dispositivo comprende medios previstos para generar una depresión entre la

membrana y la matriz y los medios. para

En una forma de realización, la membrana flexible está unida de forma estanca al cuerpo superior, medios que permiten generar una sobrepresión entre la membrana y el cuerpo superior.

5 En una forma de realización, el dispositivo comprende medios para generar una depresión entre la membrana y la matriz y medios para generar una sobrepresión entre la membrana y el cuerpo superior, estos medios siendo apropiados para ser accionados simultánea o sucesivamente.

10 En una forma de realización, el dispositivo comprende dos membranas flexibles, la primera siendo una membrana de depresión, la segunda siendo una membrana de sobrepresión.

En una forma de realización, los medios de presión son solidarios del cuerpo superior.

15 En una forma de realización, los medios de presión son solidarios de la matriz.

En una forma de realización, la zona de moldeo comprende un compuesto magnético, preferiblemente de permeabilidad magnética relativa y de resistividad eléctrica elevada, por ejemplo un acero a base de níquel, cromo y/o titanio.

20 En una forma de realización, el resto de la matriz comprende un material diferente al que constituye la zona de moldeo, particularmente un material antimagnético o poco magnético, por ejemplo un acero inoxidable.

25 En una forma de realización, la matriz comprende un material magnético, sus caras están situadas enfrente de los medios inductores, excepto la superficie de la zona de moldeo, y están revestidas por una capa de blindaje de un material antimagnético que impide la penetración del campo magnético en la matriz.

En una forma de realización, el cuerpo superior comprende un material antimagnético, preferiblemente de resistividad eléctrica débil, como el aluminio.

30 En una forma de realización, la zona de moldeo comprende una red de canales de enfriamiento.

En una forma de realización, el cuerpo superior comprende una red de canales de enfriamiento.

35 En una forma de realización, la frecuencia F del campo magnético generado por los medios inductores es al menos igual a 10 kHz y preferiblemente, a lo sumo, igual a 100 kHz.

En una forma de realización, los medios inductores comprenden dos partes separables, respectivamente solidarias de la matriz y del cuerpo superior.

40 Finalmente, la invención se refiere también a un proceso de fabricación de una pieza para la implementación de un dispositivo, tal como definido más arriba.

45 Otras características y ventajas de la invención aparecerán en la descripción más abajo, esta última siendo elaborada a modo de ejemplo no limitativo en referencia a los siguientes dibujos en los que:

- las figuras 1 y 2 representan un dispositivo según la invención;
- las figuras 3 y 4 representan una variante del dispositivo anterior;
- las figuras 5a y 5b muestran dos disposiciones diferentes de los inductores para el dispositivo de la figura 2, estas vistas corresponden a secciones simplificadas según la línea AA de la figura 2;
- la figura 6 representa una vista de sección de una variante del dispositivo de la figura 1, donde la sección se efectuó según una dirección análoga a las figuras 5a y 5b;
- Las figuras 7a y 7b representan un detalle del dispositivo de la figura 6, respectivamente según dos configuraciones distintas.

55 El dispositivo 10 representado en las figuras 1 y 2 incluye un cuerpo de molde 12, que es un semimolde inferior, o matriz. Este cuerpo de molde 12 está fabricado en un material eléctricamente conductor, donde una parte 14 de éste constituye una zona calentadora, o zona de moldeo. Enfrente de la zona de moldeo 14, se encuentra un cuerpo superior 20 fabricado en un material eléctricamente conductor y desprovisto de zona de moldeo. El cuerpo superior 20 es móvil con respecto a la matriz en un eje vertical, perpendicular a la línea de unión del molde. La función esencial del cuerpo superior 20 consiste en servir de carga electroconductora, con el fin de formar un entrehierro entre la matriz 12 y el cuerpo superior: éste no tiene ninguna función ligada directamente con la fase de moldeo de un material. Por lo que, no está nunca en contacto directo con el material que se debe moldear, no ejerce esfuerzo sobre éste, y a diferencia de la matriz 12, no presenta ninguna zona de moldeo o calentadora.

65 Entre la matriz 12 y el cuerpo superior 20, está dispuesta una membrana estanca y flexible 42, tal como una «bolsa

de vacío», destinada a disponer un material a transformar 44 bajo presión, con el fin de pegarlo contra la superficie 16 de la zona de moldeo 14.

5 Una red de inductores 30, conectados eléctricamente en paralelo o en serie y a un generador de corriente, está dispuesta alrededor del conjunto formado por la matriz 12 y el cuerpo superior 20. Cada inductor 30 incluye una espira conductora y comprende dos partes 32, 34 separables, la parte inferior 34 es solidaria de la matriz 12, mientras que la parte superior 32 es solidaria del cuerpo superior 20.

10 La figura 1 muestra la matriz 12 y el cuerpo superior 20 antes de la operación, alejados el uno del otro para permitir la disposición del material que se debe transformar.

15 Después de disponer un material 44, tal como representado en la figura 2, el cuerpo superior 20 se desplaza hacia la matriz 12 para delimitar un entrehierro de dimensiones apropiadas. En el ejemplo, se prevé para ello, cuñas 24 eléctricamente aislantes (y por tanto transparentes con respecto al campo electromagnético) entre el cuerpo superior 20 y la matriz 12. Estas cuñas constituyen un tope de referencia para el cuerpo superior 20 (que no se debe apoyar sobre, o entrar en contacto con, el material 44), al mismo tiempo que garantiza el aislamiento eléctrico entre este último y la matriz 12 necesario para el funcionamiento del dispositivo. La altura de entrehierro deseada es así obtenida gracias a la altura apropiada de las cuñas 24. Sin embargo, se puede considerar cualquier solución alternativa, por ejemplo un contacto directo entre el cuerpo superior y la matriz, uno de los dos siendo revestido por un aislante eléctrico. En una variante, las cuñas 24 también pueden asegurar la estanqueidad entre la membrana flexible 42 y la matriz 12. En tal caso, éstas pueden tomar la forma de un marco que defina el perímetro de la zona de moldeo. Se puede fabricar este marco en cualquier material apropiado, por ejemplo en cerámica, en material termoendurecible, termoplástico, en silicona, etc. En cambio, gracias a la presencia de medios de presión deformables fabricados en un material eléctricamente aislante, la zona de moldeo no requiere precaución particular, incluso en caso de transformación de piezas en un material eléctricamente conductor (por ejemplo que contienen fibras de carbono.). En el caso en el las cuñas 24 no aseguran la estanqueidad entre la matriz 12 y el cuerpo superior 20, se prevén juntas 25 en apoyo de un lado a otro de las cuñas 24, tal como mostrado en la figura 6. En una variante, la estanqueidad puede estar asegurada por la propia membrana 42 sin que sea necesario prever juntas adicionales.

30 Durante la fase de transformación, como mostrado en la figura 2, el material 44 es encerrado y mantenido bajo presión contra la superficie 16 de la zona de moldeo 14 de la matriz por medio de la membrana 42, en la cual el vacío es obtenido por medio de una bomba de vacío (no representada), la matriz comprendiendo para este fin una red de canales de aspiración 17 (visible en la figura 6). El cuerpo superior 20, no transparente con respecto al campo electromagnético, permite que el espacio delimitado por las superficies situadas enfrente de la matriz 12 y del cuerpo 20 constituya un entrehierro 40, limitando así la circulación de un campo magnético en este espacio. De este modo, cuando los medios inductores comprendiendo espiras conductoras 30 reciben corrientes eléctricas I_i alternativas de frecuencia F , por ejemplo comprendida entre 10 y 100 kilohercios, los inductores generan un campo magnético que envuelve la matriz 12 y el cuerpo 20.

40 El campo magnético así generado atraviesa estos dos cuerpos, y circula también en el entrehierro, es decir entre la matriz 12 y el cuerpo superior 20. El campo magnético induce las corrientes en sentido opuesto al sentido de las corrientes I_i , y la presencia del entrehierro permite generar corrientes inducidas I_{c1} e I_{c2} que circulan respectivamente en la superficie de la matriz y del cuerpo 20. Estas corrientes inducidas I_{c1} e I_{c2} tienen por tanto una acción térmica exclusivamente en la superficie de estos dos cuerpos.

50 El dispositivo según la invención es aún más eficiente debido a la presencia del entrehierro 40, que tiene como efecto concentrar el flujo magnético en su seno, lo que aumenta todavía más la acción del campo magnético al nivel de las zonas de moldeos, y por tanto la energía inductiva llevada a la superficie de las zonas de moldeo. Se puede así calentar rápida y localmente la superficie de la zona de moldeo 14, directamente al nivel de la interfaz zona de moldeo/material, y no del espesor del cuerpo de molde, representando así un importante ahorro de energía, al mismo tiempo que se dispone bajo presión adecuada la pieza gracias a la membrana flexible.

55 El entrehierro también tiene como efecto limitar la influencia de la geometría y/o de la distribución de los inductores sobre el calentamiento obtenido ya que el entrehierro 40 tiene como efecto repartir de manera uniforme la energía aportada por los inductores. De este modo, unas espiras inductoras $30'_1$ a $30'_4$ (fig. 5b) repartidas de manera irregular sobre una longitud L alrededor del molde tienen prácticamente el mismo efecto que el mismo número de espiras inductoras 30_1 a 30_4 (fig. 5a) repartidas de manera regular sobre la misma longitud. Esta disposición permite elegir, a discreción, la repartición de las espiras inductoras. Recordemos que, por otro lado, una configuración tradicional con un inductor de espiras y una carga electroconductora sin entrehierro, produce una repartición energética desigual, la energía inyectada presentando un máximo perpendicularmente a cada espira inductiva. Esta posibilidad de distribución desigual de las espiras de inductores resulta particularmente ventajosa ya que, en el dispositivo objeto de la invención, las espiras inductoras rodean el molde, y éste puede estar equipado con un cierto número de elementos salientes, tales como cuñas montantes, eyectores, etc.

65 Además de una repartición idónea de la energía inyectada, con el fin de ofrecer una temperatura uniforme en la

superficie de la zona de moldeo, la presencia del entrehierro también permite regular y controlar muy precisamente esta temperatura. Se puede así controlar de manera muy precisa la velocidad de ascenso de temperatura (en °C/min.), lo cual es necesario para ciertos materiales con los que se necesita respetar velocidades constantes de ascenso de temperatura.

5 El dispositivo según la invención presenta también la ventaja de reducir los costes de concepción y de fabricación de un molde. De hecho, el cuerpo superior 20 se puede concebir en una pieza monobloque, obtenida por ejemplo por moldeado o forjado, y no necesita estado de superficie particular, y por tanto mecanizados costosos, al contrario de la matriz 12 y particularmente, en la zona de moldeo 14. Además, éste no está previsto para aplicar una presión
10 sobre el material que hay que transformar, lo cual no impone casi ninguna tensión en cuanto a la resistencia mecánica del cuerpo 20 y deja una gran libertad a la hora de elegir los materiales. En ciertos casos, el cuerpo 20 también puede tener un pequeño espesor en comparación con la matriz 12, por lo que también se reduce el coste de fabricación del cuerpo 20 y más habitualmente del dispositivo según la invención.

15 Otra ventaja de la invención reside en el hecho de que, el cuerpo 20 no está destinado a entrar en contacto directo, calentar, o ejercer esfuerzos con/sobre el material que hay que transformar, se mantiene una gran libertad en cuanto a la definición de su forma: como el cuerpo 20 no tiene función de contramolde, la forma de su superficie 22 situada enfrente de la zona de moldeo 14 puede ser independiente de la forma de la zona de moldeo (y por tanto de la pieza final). Esta libertad de definición de la forma de esta superficie 22 permite por ejemplo ajustar de manera muy
20 precisa el calentamiento obtenido variando los fenómenos inductivos y resistivos. Se puede particularmente, variar la altura del entrehierro para limitar los bajocalentamientos o sobrecalentamientos. Por ejemplo, tal como mostrado en la figura 7b, el hecho de reducir localmente la altura del entrehierro, es decir que en el lugar afectado, el cuerpo superior 20 esté más cerca de la matriz 12 que en otros lugares, permite evitar un bajocalentamiento local al nivel de la matriz, la reducción del entrehierro permitiendo aumentar la concentración del flujo magnético que atraviesa el
25 entrehierro en ese lugar y por tanto su efecto. Se puede así ver en las figuras 7a y 7b, la circulación del campo magnético generado por los inductores 30, en particular al interior del entrehierro 40. La figura 7a muestra un entrehierro 40 de espesor constante, y se puede ver que cuando éste no es rectilíneo, la líneas de flujo están más concentradas dentro de la curva descrita por el entrehierro que fuera de ésta, debido al hecho de que el flujo magnético coge el camino de menor reluctancia. Se produce por tanto recalentamientos y bajocalentamientos en estos lugares en curva, respectivamente dentro y fuera de la curva. La figura 7b muestra un entrehierro 42 de
30 espesor no constante, en particular de espesor modificado en los lugares donde el entrehierro dibuja una curva. Según el caso, un aumento o una reducción del espesor permite corregir la distribución no homogénea del flujo magnético comprobado en la figura 7a.

35 El material antimagnético utilizado para constituir el cuerpo 20 posee preferiblemente poca resistividad eléctrica, por ejemplo el cobre o el aluminio. Esto permite evitar al máximo las pérdidas energéticas. De hecho, como el cuerpo 20 es eléctricamente conductor, éste es recorrido por corrientes inducidas por el campo magnético, pero casi toda la energía generada por los inductores se inyecta en la matriz. Por ejemplo, si el cuerpo 20 es de aluminio, la energía que recibe representa aproximadamente el 5% de la energía inyectada en la matriz 12.

40 Con el fin de reducir las pérdidas de energía en la matriz 12, la zona de moldeo 14 comprende un material magnético que puede presentar un punto de Curie, mientras que el resto de la matriz 12 comprende un compuesto antimagnético o poco magnético. El material magnético que constituye la zona de moldeo 14 presenta preferiblemente una resistividad eléctrica más importante que la del cobre, como por ejemplo las aleaciones de
45 acero a base de níquel, cromo y/o titanio. Una resistividad eléctrica importante de la zona de moldeo constituye una ventaja ya que ésta permite un calentamiento por inducción más eficiente. Sin embargo, cabe señalar que la permeabilidad magnética del material también influye sobre el rendimiento del calentamiento por inducción. El resto de la matriz 12 incluye un material que representa un buen compromiso entre características mecánicas y propiedades magnéticas y eléctricas. De hecho, con el fin de limitar las pérdidas energéticas y concentrar toda la acción del calentamiento al nivel de la superficie 16 de la zona de moldeo 14, el material que constituye la matriz 12
50 también debe ser lo menos magnético y resistivo posible, además de presentar la resistencia mecánica necesaria para los esfuerzos importantes y repetidos de las fases de moldeo. En este sentido, el acero inoxidable y el cobre constituyen un compromiso interesante.

55 En una variante representada por la figura 6, se puede realizar la matriz según el método descrito en la solicitud internacional n° 2007/031660, tanto la matriz 12 como la zona de moldeo 14 están íntegramente constituidas por un material magnético, y las caras de éstas, situadas enfrente de los medios inductores, están cubiertas por una capa 12i de blindaje hecha en un material antimagnético como el cobre, excepto para la superficie 16 de la zona de moldeo 14. En esta configuración, el blindaje es tal que su espesor es superior a la profundidad de penetración del
60 campo electromagnético. Por lo que las corrientes inducidas circulan en la capa de blindaje, produciendo un escaso calentamiento y pocas pérdidas energéticas, excepto en el emplazamiento de la superficie de la zona de moldeo, donde el material es muy reactivo con respecto al calentamiento por inducción.

65 Cuando el material que constituye la zona de moldeo 14 presenta un punto de Curie, a una temperatura próxima a este punto de Curie, el material pierde sus propiedades magnéticas y el calentamiento por inducción disminuye fuertemente, esto representa una de las posibilidades de ajuste de la temperatura de calentamiento entorno al punto

de Curie.

El dispositivo representado en las figuras 1 y 2 está provisto de un sistema de refrigeración para permitir la realización o la transformación de piezas por calentamiento a cadencia elevada, el enfriamiento siendo utilizado entre dos tratamientos. Con este fin, en la matriz 12 de la zona de moldeo 12 se prevé una red de canales 18 para permitir que circule un líquido de enfriamiento a proximidad de las superficies de moldeo. El enfriamiento así obtenido es muy eficiente, por una parte porque el cuerpo de molde metálico es térmicamente muy conductor, y por otra parte porque los canales pueden estar dispuestos lo más cerca posible de la superficie 16 de la zona de moldeo 14. Se realiza por tanto un enfriamiento muy eficiente gracias al hecho de ser rápido y homogéneo en toda la pieza. Esta última particularidad tiene una importancia crucial para algunos materiales como el poliéster, para los cuales existen problemas de relevado de esfuerzos durante el enfriamiento, cuando la pieza no se ha mantenido en forma durante todo el periodo de enfriamiento (pieza torcida, etc.). Por lo que, para ciertos materiales, se suprime una etapa entera de producción, llamada etapa de conformado, la cual requiere por ejemplo, un bastidor de retención, un horno para un descenso de temperatura controlado, etc.

El cuerpo superior 20 se provee también preferiblemente con una red de canales de enfriamiento 19, pero esta red se destina principalmente a enfriar el cuerpo superior 20 cuando éste se calienta a medida que pasan los ciclos. En la práctica, el aumento de temperatura del cuerpo superior 20 será preferiblemente lento y se podrá poner en práctica el enfriamiento implementado periódicamente, después de un cierto número de ciclos de calentamiento.

Los inductores 30 están presentes en dos partes 32, 34 separables y solidarios respectivamente de la matriz 12 y del cuerpo superior 20, lo cual permite una extracción rápida de la pieza 44 después del moldeo, y contribuye por tanto a una fabricación a cadencia elevada. En el momento de la transformación de un material, la continuidad eléctrica entre los dos partes 32, 34 de la red de inductores está asegurada por los contactores eléctricos 36.

La figura 3 representa una variante de la invención, donde la membrana flexible es solidaria del cuerpo superior 20 y no de la matriz 12. En esta configuración, la membrana flexible se pega contra la matriz y la pieza que se debe transformar por medio de una sobrepresión, es decir por inflado. Para este fin, la membrana es elástica y capaz de soportar esfuerzos importantes, por ejemplo comprendidos entre 1 y 15 bares, permitiendo así la aplicación de esfuerzos importantes sobre la pieza que transformar sin necesidad de utilizar medios mecánicos importantes (prensa, etc.) También se puede utilizar globos inflables que presentan una forma adaptada a la zona de moldeo en caso de formas muy complejas. En esta configuración, el cuerpo superior 20 presenta canales 26 que permiten poner en comunicación el espacio situado entre la membrana 46 y la superficie 22 del cuerpo 20 con una fuente de presión (no representada). Con el fin de favorecer un enfriamiento rápido al mismo tiempo que se mantiene una presión sobre la pieza, se puede considerar que la fuente de presión permite generar una circulación del aire con la presión deseada al interior de la membrana. Para este fin, se puede crear por ejemplo un canal de entrada y un canal de salida del aire, este último siendo equipado con un limitador de presión ajustado a la presión mínima deseada, mientras que la fuente de presión proporciona aire en una presión considerablemente más elevada.

Para fabricar la membrana 46, se puede utilizar por ejemplo materiales como la silicona, o termoplásticos que soportan una deformación relativa del 100% o superior. De preferencia, el material utilizado deberá soportar temperaturas entorno a los 300°C.

Si se desea poner en práctica procedimientos con transferencia de resina, de tipo RTM, se puede prever una red de canales de entrada 17₁ de la resina, tal como mostrado en la figura 6, donde la red de canales de aspiración 17 también sirve en este caso para evacuar la resina. Los canales de entrada y de salida de la resina estarán dispuestos de manera a favorecer un relleno y una distribución de resina óptimos. En el ejemplo de la figura 6, éstos están situados en los lados opuestos de la matriz 12.

En una variante, se puede utilizar dos medios de compactación combinados: una membrana inflable dispuesta sobre el cuerpo superior 20 con una membrana de depresión dispuesta sobre la matriz 12. Tal configuración será particularmente útil para controlar el nivel de porosidad de la pieza acabada. De hecho, mediante el vacío aplicado debajo de la membrana de depresión antes de ejercer una presión importante con la membrana inflable, se puede ejercer esfuerzos importantes sobre la pieza impidiendo así que el aire se infiltre en ésta. Con el mismo fin, también se puede utilizar una sola membrana, fabricada en un solo material o comprendiendo al menos dos capas de dos materiales diferentes, esta membrana única siendo sometida a la vez a una depresión y a una sobrepresión.

En una variante, se puede prever el hecho de fijar la membrana de depresión 42 sobre el cuerpo superior 20. Se simplifica así la disposición y la retirada de la membrana 42, ya que su desplazamiento está relacionado con el desplazamiento del cuerpo 20.

De manera tradicional, también están previstos medios mecánicos (no representados) de eyección de la pieza fabricada.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (10) de calentamiento para la transformación de un material (44) comprendiendo:
- 5 - un cuerpo de molde inferior (12), o matriz, fabricado en un material eléctricamente conductor y comprendiendo una zona de moldeo (14) hecha de un material magnético, destinada a estar en contacto con el material que se debe transformar;
- 10 - un cuerpo superior (20) desprovisto de zona de moldeo, fabricado en un material eléctricamente conductor antimagnético de poca resistividad eléctrica;
- medios inductores (30) para generar un campo magnético que envuelve la matriz (12) y el cuerpo superior (20);
- 15 - medios de presión deformables (42, 46), dispuestos entre la matriz (12) y el cuerpo superior (20), provistos para ejercer una presión uniforme sobre el material que se debe transformar, con el fin de pegarlo contra la zona de moldeo
- 20 - **caracterizado por el hecho de que** incluye cuñas (24) eléctricamente aislantes y transparentes con respecto al campo magnético, dispuestas entre la matriz y el cuerpo superior, de manera a formar un entrehierro entre las caras situadas enfrente de dicha matriz y de dicho cuerpo superior, donde el entrehierro está mantenido durante el calentamiento y la transformación del material que transformar, y el campo magnético circula en el entrehierro induciendo corrientes en la superficie de la zona de moldeo (14) de la matriz (12), con el fin de poder localizar la acción de los inductores en la interfaz zona de moldeo /material que se debe transformar
- 25 2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que las cuñas aislantes (24) aseguran también la estanqueidad entre los medios de presión deformables por una parte, y por otra parte entre la matriz (12) y/o el cuerpo superior (20).
- 30 3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, en el que los medios de presión comprenden una membrana flexible (42, 46).
4. Dispositivo según la reivindicación 3, en el que la membrana flexible (42) está unida de manera estanca a la matriz (12), y medios permitiendo generar una depresión entre la membrana (42) y la matriz (12).
- 35 5. Dispositivo según la reivindicación 4, en el que la membrana flexible (46) está unida de manera estanca al cuerpo superior (20), y medios permitiendo generar una sobrepresión entre la membrana (46) y el cuerpo superior (20).
- 40 6. Dispositivo según las reivindicaciones 4 y 5, comprendiendo medios para generar una depresión entre la membrana (42, 46) y la matriz (12) y medios para generar una sobrepresión entre la membrana (42, 46) y el cuerpo superior (20), donde estos medios estén dispuestos para ser accionados simultánea o sucesivamente.
- 45 7. Dispositivo según las reivindicaciones 4 y 5, comprendiendo dos membranas flexibles (42, 46), la primera siendo una membrana de depresión, la segunda siendo una membrana de presión excesiva.
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que los medios de presión son solidarios del cuerpo superior (20).
- 50 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que los medios de presión son solidarios de la matriz (12).
10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la zona de moldeo (14) comprende un compuesto magnético, preferiblemente de permeabilidad magnética relativa y de resistividad eléctrica elevada, por ejemplo un acero a base de níquel, cromo y/o titanio.
- 55 11. Dispositivo según la reivindicación 10, en el que el resto de la matriz (12) comprende un material diferente al material que constituye la zona de moldeo (14), particularmente un material antimagnético o poco magnético, por ejemplo un acero inoxidable.
- 60 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la matriz (12) comprende un material magnético, donde sus caras situadas enfrente de los medios inductores, excepto la superficie (16) de la zona de moldeo (14), están cubiertas por una capa de blindaje hechas en un material antimagnético que impide la penetración del campo magnético en la matriz (12).
- 65 13. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el cuerpo superior (20) comprende un material antimagnético, preferiblemente de poca resistividad eléctrica, como el aluminio.

ES 2 601 360 T3

14. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la zona de moldeo (14) comprende una red de canales (18) de enfriamiento.
- 5 15. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el cuerpo superior (20) comprende una red de canales (19) de enfriamiento.
- 10 16. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la frecuencia F del campo magnético generado por los medios inductores es al menos igual a 10 kHz y preferiblemente, a lo sumo, igual a 100 kHz.
17. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los medios inductores (30) comprenden dos partes separables (32, 34), respectivamente solidarias de la matriz (12) y del cuerpo superior (20).

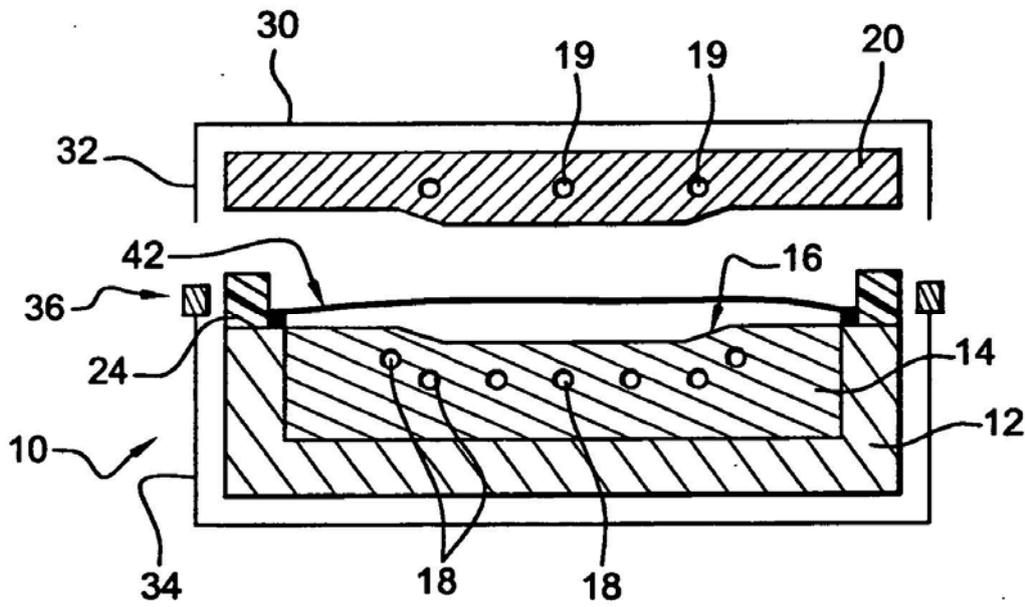


Fig. 1

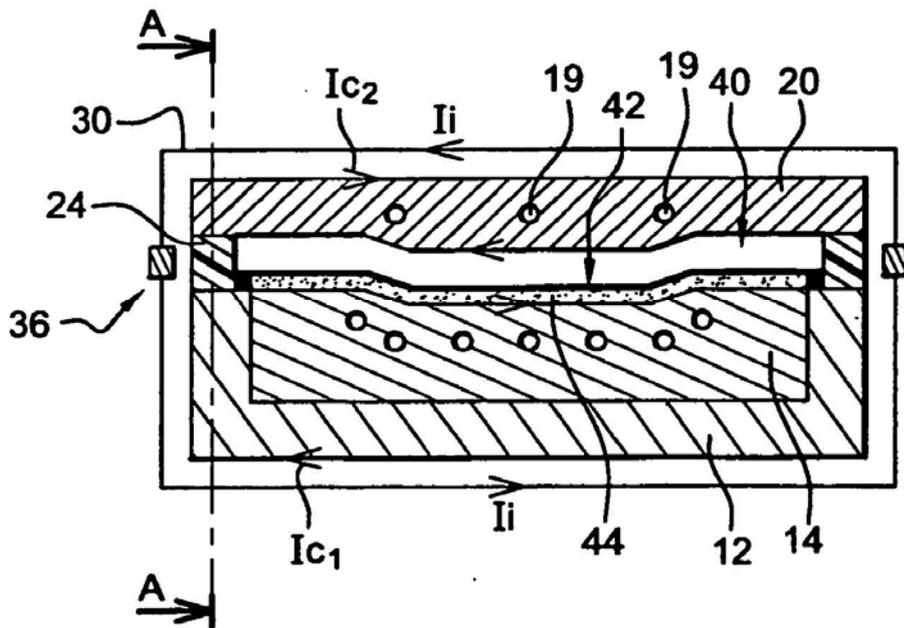


Fig. 2

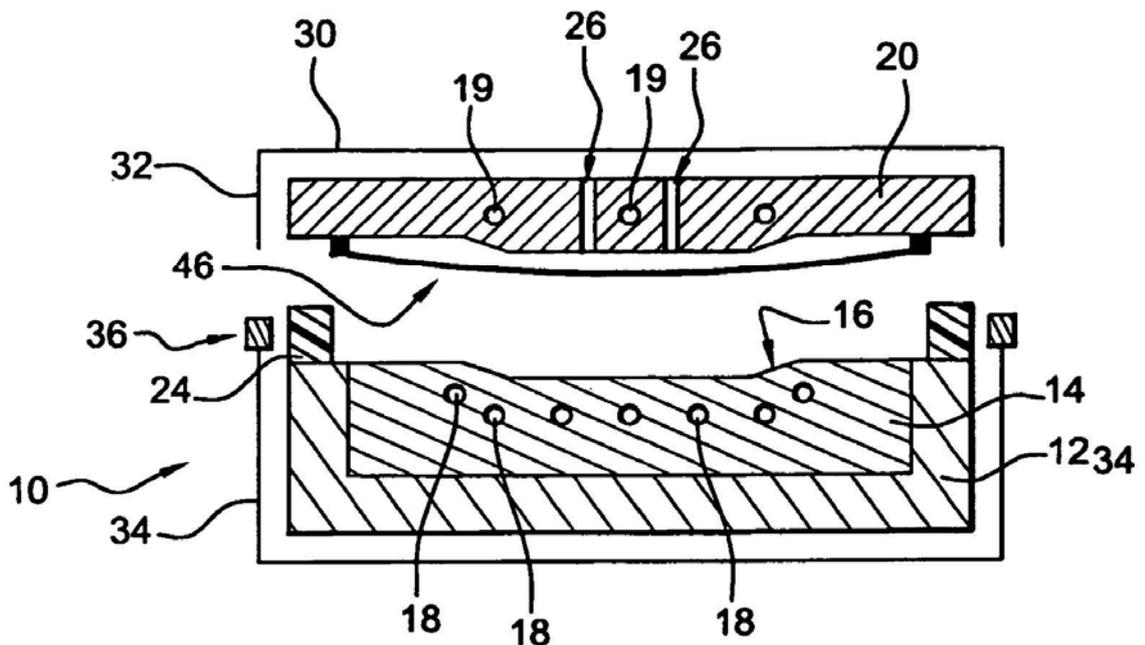


Fig. 3

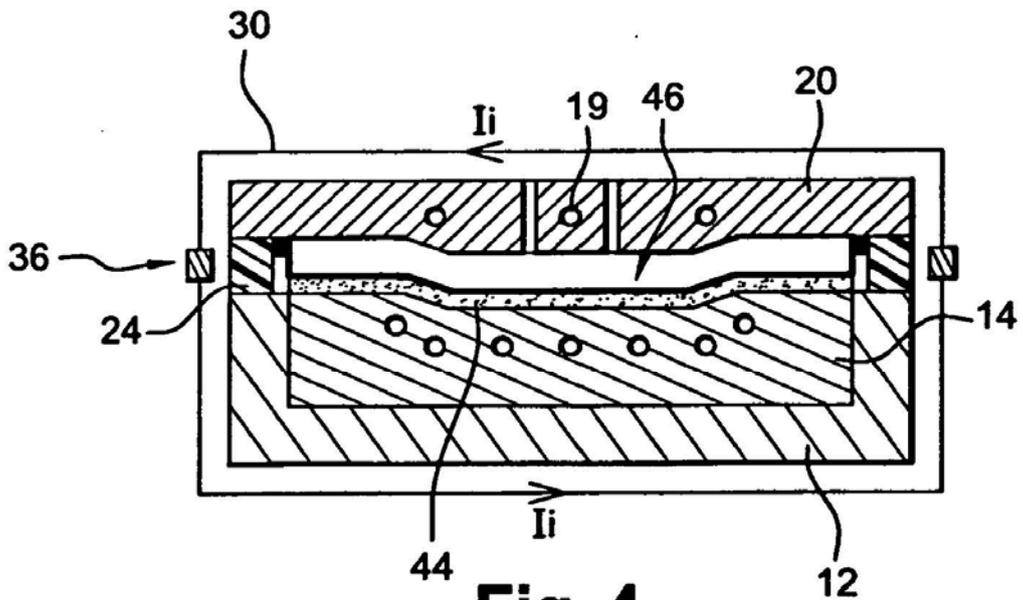


Fig. 4

