

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 576 119**

51 Int. Cl.:

**C21D 1/34** (2006.01)  
**C22F 1/04** (2006.01)  
**C22F 1/06** (2006.01)  
**B22D 17/00** (2006.01)  
**C21D 11/00** (2006.01)  
**F27D 11/12** (2006.01)  
**B22D 29/00** (2006.01)  
**B22D 30/00** (2006.01)  
**C21D 1/09** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2010 E 10013748 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 2311996**

54 Título: **Procedimiento para el tratamiento térmico de piezas fundidas mediante rayos infrarrojos**

30 Prioridad:

**19.10.2009 DE 102009049785**  
**24.02.2010 DE 102010009118**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.07.2016**

73 Titular/es:

**BELTE AG (50.0%)**  
**Lindenweg 5**  
**33129 Delbrück, DE y**  
**AUDI AG (50.0%)**

72 Inventor/es:

**BELTE, MARKUS;**  
**DRAGULIN, DAN;**  
**HUMMEL, MARC;**  
**ELEND, LUTZ-EIKE y**  
**ERLWEIN, MARK**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 576 119 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el tratamiento térmico de piezas fundidas mediante rayos infrarrojos

5 La invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento térmico de piezas fundidas, en particular de piezas fundidas a presión de metal ligero mediante recocido por disolución, enfriamiento y envejecimiento, en el que las piezas fundidas se recuecen por disolución mediante rayos infrarrojos, preferiblemente, durante uno a cinco minutos, a continuación, se enfrían bruscamente, preferiblemente, durante dos a cinco minutos y se envejecen artificialmente.

10 Habitualmente, tras la fundición, las piezas fundidas se extraen del molde, se enfrían y, dado el caso, tras un mecanizado mecánico en una instalación/horno independiente se recuecen por disolución, se enfrían bruscamente al aire y se envejecen artificialmente. Habitualmente se utilizan para ello hornos calentados eléctricamente o por gas. Tiempos de calentamiento típicos de los componentes constructivos hasta la temperatura de recocido por disolución están situados en aproximadamente 10 a 20 minutos.

15 Según el nivel de temperatura y la duración de tratamiento se puede influir considerablemente con un tratamiento térmico de este tipo en la resistencia de aleaciones de fundición, en particular de aleaciones de fundición a presión de metal ligero endurecibles. La figura 1 muestra la dependencia de las propiedades de resistencia de una aleación de fundición del tipo AlCuMg de la temperatura de recocido por disolución máxima, pudiendo hallarse tanto para la resistencia a la tracción  $R_m$  y  $R_p 0,2$  como para la expansión  $A_5$  tras un aumento constante una disminución grave repentina de los valores máximos.

20 Los procesos metalúrgicos relacionados con el proceso de recocido por disolución son diferentes según el tipo de aleación. Así, en el caso de determinadas aleaciones de fundición en coquillas metálicas, ya en el estado fundido, puede ser suficiente la velocidad de enfriamiento para mantener disuelta de forma excesiva una parte de los componentes endurecedores y, por tanto, provocar cierto efecto endurecedor. Sin embargo, según la estructura de los componentes constructivos, las velocidades de enfriamiento dentro de la pieza fundida son diferentes, de modo que también se pueden diferenciar de forma no intencionada los valores de resistencia.

25 En el caso de determinadas aleaciones tales como, por ejemplo, una aleación de aluminio del tipo AlCuMg, las condiciones del tratamiento de recocido por disolución se tienen que cumplir exactamente para que, por un lado, se aproveche completamente el efecto endurecedor y, por otro lado, aún no se pueda producir una fusión que volvería completamente inútil la pieza a mecanizar. La duración de recocido por disolución es un parámetro adicional del tratamiento térmico que también se tiene que ajustar exactamente al proceso de fabricación. Esto es especialmente difícil en el tratamiento térmico habitual, ya que solo se tiene que considerar el tiempo de recocido eficaz de la pieza a mecanizar en el caso de la temperatura de recocido por disolución previamente establecida (temperatura de metal), esto es, sin un tiempo de calentamiento.

30 En el proceso de enfriamiento brusco, a su vez, es importante que se recorra lo más rápidamente posible el rango de temperatura entre la temperatura de recocido por disolución y aproximadamente 200° C para evitar una separación precoz de los componentes disueltos de forma excesiva de la aleación. Dado el caso, también es crítico el transporte de una pieza fundida tras el recocido por disolución en la extracción del horno de recocido, ya que cualquier retardo antes del enfriamiento brusco puede influir de manera desfavorable en la resistencia y también en la resistencia a la corrosión. Esto es válido en particular para el tratamiento por cargas en hornos de múltiples cámaras que es habitual en el tratamiento térmico convencional de piezas de gran escala.

35 El documento EP 0 541 353 da a conocer un dispositivo y un procedimiento para el tratamiento térmico de varias piezas individuales de una aleación de aluminio en varias estaciones sucesivas de un trayecto de transporte, tratándose térmicamente una de las piezas en cada una de las estaciones con una radiación directa de lámparas infrarrojas.

40 El documento WO 2005/121386 A2 describe un procedimiento y un sistema integrado para configurar y tratar térmicamente una pieza fundida de metal que comprende una estación de colado para colar metal fundido en un molde para configurar la pieza fundida, una estación de tratamiento térmico aguas abajo de la estación de colado y con un horno de tratamiento térmico con una zona de entrada para alojar la pieza fundida, una fuente de calor que está dispuesta a lo largo de un trayecto de movimiento de la pieza fundida entre la estación de colado y la estación de tratamiento térmico para aplicar calor a la pieza fundida, tal como es necesario para mantener la pieza fundida a o por encima de una temperatura de control de proceso previamente determinada para el metal de la pieza fundida que es una temperatura por debajo de una temperatura de tratamiento térmico del mismo que es suficiente para crear un enfriamiento de solidificación necesario de la pieza fundida, mientras que se minimiza el tiempo que es necesario para el calentamiento de la pieza fundida hasta su temperatura de calentamiento, y un tratamiento térmico subsiguiente de la pieza fundida.

45 Partiendo de este estado de la técnica, los inventores pretenden desarrollar un procedimiento del tipo mencionado al inicio para la aplicación en el tratamiento térmico de piezas de gran escala fabricadas en el procedimiento de fundición a presión, debiendo mejorarse o posibilitarse por primera vez las siguientes propiedades:

- mejora del balance energético
  - reducción del retardo debido a medidas de tratamiento térmico (mejora de la estabilidad dimensional)
  - calentamiento puntual dirigido en el ámbito de componentes constructivos altamente solicitados
  - mejora del comportamiento de emisión
- 5
- mejor ajuste de los tiempos de ciclo en el recocido por disolución y en el enfriamiento brusco
  - mejor vigilancia de las temperaturas de recocido y los tiempos de recocido
  - mayor flexibilidad para el mecanizado mecánico durante el tratamiento térmico

10 Las mejoras anteriormente descritas y el planteamiento resultante de ello se consiguen o se resuelven de acuerdo con la invención con las características indicadas en las reivindicaciones 1 a 8.

15 El procedimiento de acuerdo con la invención para el tratamiento térmico de piezas fundidas, en particular de piezas fundidas a presión de metal ligero con las etapas recocido por disolución, enfriamiento y envejecimiento está caracterizado por que en primer lugar se realiza una fundición por moldeo o a presión en un molde y se abre este molde y, a continuación, las piezas fundidas no se extraen del molde sino que se recuecen por disolución directamente mediante rayos infrarrojos, a continuación se enfrían bruscamente durante el rociado del molde y solo entonces se extraen y se envejecen artificialmente.

20 A este respecto, preferiblemente, las piezas fundidas se recocerán por disolución mediante rayos infrarrojos durante un período entre un segundo y una hora, preferiblemente de uno a cinco minutos, a continuación se enfriarán bruscamente durante de un segundo a una hora, preferiblemente, de dos a cinco minutos, y se envejecerán artificialmente.

25 A este respecto, preferiblemente, el enfriamiento brusco y el envejecimiento se realizan en una única etapa o en etapas sucesivas.

30 Las etapas de procedimiento aplicadas preferiblemente son un proceso de fundición a presión en un molde de fundición a presión, una extracción de la pieza fundida a presión del molde de fundición a presión, un recocido por disolución de la pieza fundida a presión, preferiblemente en una zona de recocido por disolución y un enfriamiento brusco, preferiblemente tras un envejecimiento en una zona de enfriamiento brusco y envejecimiento. La extracción de la pieza fundida se realiza a este respecto tras el recocido por disolución.

35 A este respecto, preferiblemente por delante o por detrás del lugar del envejecimiento está dispuesta una zona de mecanizado mecánico en la que se realiza un estampado o una etapa de calibrado.

40 Un balance energético especialmente bueno de un procedimiento no de acuerdo con la invención se consigue cuando las etapas de procedimiento se realizan tal como en el esquema de procedimiento para el tratamiento térmico de piezas fundidas de acuerdo con la figura 2a. En este procedimiento se realiza en primer lugar una fundición por moldeo o a presión en un molde que preferiblemente está dividido y se abre este molde. A continuación, la pieza fundida se extrae del molde. A continuación, la pieza fundida se recuece por disolución con rayos infrarrojos, preferiblemente durante 1 a 5 minutos y entonces, preferiblemente, se enfría bruscamente durante 2 a 5 minutos. Finalmente, la pieza fundida se envejece artificialmente.

45 El procedimiento de acuerdo con la invención mejora adicionalmente el balance energético del procedimiento. Para ello se tienen que realizar las etapas de procedimiento tal como en el esquema de procedimiento para el tratamiento térmico de piezas fundidas de acuerdo con la figura 2b.

50 En este procedimiento también se realiza en primer lugar una fundición por moldeo o a presión en un molde que preferiblemente está dividido y se abre este molde. A continuación, la pieza fundida no se extrae del molde sino que se recuece por disolución directamente con rayos infrarrojos, preferiblemente durante 1 a 5 minutos. A continuación se enfría bruscamente la pieza fundida durante el rociado del molde y solo entonces se extrae. Finalmente, la pieza fundida se envejece artificialmente.

55 En un procedimiento preferido se utiliza como aleación una aleación de fundición a presión de aluminio o magnesio.

60 En un procedimiento preferido adicional se utiliza una radiación infrarroja con longitudes de onda en el intervalo de 0,8  $\mu\text{m}$  y 100  $\mu\text{m}$ , preferiblemente de 1 a 3,5  $\mu\text{m}$ , de manera especialmente preferible de 2  $\mu\text{m}$  a 3,5  $\mu\text{m}$ . Este intervalo preferido se debería utilizar en particular para una pieza fundida o fundida a presión de aluminio o una aleación de aluminio.

65 El enfriamiento brusco de las piezas fundidas moldeo o fundidas a presión tras el calentamiento hasta la temperatura de recocido por disolución se realiza preferiblemente en agua, en un polímero o al aire.

Para generar la radiación infrarroja se puede utilizar una fuente IR. El experto en la técnica conoce fuentes IR adecuadas. A menudo, estas fuentes están compuestas por un número de radiadores dispuestos de manera plana. En una forma de realización preferida, el número de los radiadores activos se adapta a las dimensiones de la pieza

fundida. Si es necesario, la pieza fundida se puede calentar desde varios lados.

En un procedimiento preferido adicional se realiza tras el enfriamiento brusco y antes del envejecimiento un estampado de las piezas fundidas a presión en el estado blando.

5 Ejemplos del procedimiento de acuerdo con la invención están representados en las figuras. Muestran:

- La figura 1 el comportamiento de resistencia y expansión en un proceso convencional con un recocido escalonado y un recocido sencillo
- 10 La figura 2a: un esquema de procedimiento para el tratamiento térmico de piezas fundidas con un balance energético mejorado; un desarrollo de procedimiento esquemático como diagrama de bloques (no de acuerdo con la invención);
- La figura 2b: un esquema de procedimiento para el tratamiento térmico de piezas fundidas con un balance energético mejorado; un desarrollo de procedimiento esquemático como diagrama de bloques;
- 15 La figura 3: una representación esquemática de la transferencia térmica IR; una estructura principal de un dispositivo para realizar el procedimiento.

A continuación se explican las ventajas de la invención mediante una comparación en el balance energético. A este respecto se deben representar las energías consumidas en un proceso convencional en comparación con aquellas en una aplicación del procedimiento de acuerdo con la invención.

La energía consumida (véase C. Samoila, L. Druga, L. Stan, Cuptoare si instalatii de incalzire, Ed. Editura didactica si pedagogica, Bucuresti, 1983, página 117) es:

25 
$$Q = \frac{1}{864 * \eta} (Q_T + Q_u + Q_e) [kWh]$$

Q = la energía consumida en total para todo el proceso

$Q_T$  = el calor (por radiación) que es necesario para aumentar la temperatura de componente constructivo hasta la temperatura T

30  $Q_u$  = el calor (por radiación) que es necesario para aumentar la temperatura de los posibles restos de disolvente sobre la superficie de componente constructivo hasta la temperatura T

$Q_e$  = el calor (por radiación) que es necesario para provocar la evaporación de los posibles restos de disolvente sobre la superficie de componente constructivo

35 
$$Q_T = \frac{G_s * c_s (T - T_0)}{a_s}, Q_u = \frac{G_u * c_u (T - T_0)}{a_u} \text{ y } Q_e = \frac{G_u * c_v}{a_u}$$

donde:

40  $\eta$  = rendimiento

$G_s$  = peso de componente constructivo

$c_s$  = calor específico del componente constructivo

$G_u$  = peso del líquido evaporado

$c_u$  = calor específico del líquido

$a_s$  = factor de absorción IR del componente constructivo (IR = radiación infrarroja)

45  $a_u$  = factor de absorción IR del líquido

$c_v$  = valor de evaporación del líquido

La comparación de la eficacia de proceso entre los métodos convencionales (calentamiento por gas y eléctrico) y del método IR se puede realizar con ayuda del análisis de rendimiento (véase C. Samoila, L. Druga, L. Stan, Cuptoare si instalatii de incalzire, Ed. Editura didactica si pedagogica, Bucuresti, 1983).

55 
$$\eta = \frac{Q_N}{Q_P} * 100 [\%]$$

donde:

$\eta$  = rendimiento

$Q_N$  = el calor que es necesario para calentar la carga

$Q_P$  = el calor producido en total

Supongamos que la consideración simplificada sea:

$$Q_P = Q_N + Q_{aux} + Q_{UV} + Q_{FL} + Q_x$$

5 donde:

$Q_N$  = el calor que es necesario para calentar la carga

$Q_{aux}$  = el calor que es necesario para calentar el entorno completo (espacio de horno, bastidor, elementos eléctricos etc.)

10  $Q_{UV}$  = la pérdida de calor que se produce por la combustión de gas incompleta (en el caso de un calentamiento por gas)

$Q_{FL}$  = la pérdida de calor que se produce por el calentamiento del aire falso (en el caso de un calentamiento por gas)

IR = variante infrarroja

H = variante convencional

15 La radiación IR se enfoca exclusivamente en el componente constructivo; se calienta exclusivamente el componente constructivo.

De ello resulta:

20  $(Q_N)_{IR} = (Q_N)_H$

$$(Q_{aux})_{IR} \rightarrow 0$$

25  $(Q_{UV})_{IR} = 0$

$$(Q_{FL})_{IR} = 0$$

$$(Q_x)_{IR} \ll (Q_x)_H$$

30 y, con ello:

$$(Q_P)_{IR} < (Q_P)_H$$

De lo que resulta:

35  $\eta_{IR} > \eta_H$

40 Ensayos prácticos han mostrado que el procedimiento de acuerdo con la invención en piezas de aluminio se puede aplicar en particular con una radiación infrarroja que está situada en el intervalo de longitudes de onda de 1 a 3,5  $\mu\text{m}$ . Si la parte de líquido, por ejemplo, la parte de restos de disolvente, es grande sobre la superficie de componente constructivo, se debería aplicar preferiblemente un intervalo de longitudes de onda de 2 a 3,5  $\mu\text{m}$ .

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para el tratamiento térmico de piezas fundidas, en particular de piezas fundidas a presión de metal ligero mediante recocido por disolución, enfriamiento y envejecimiento, caracterizado por que en primer lugar se realiza una fundición por moldeo o a presión en un molde y se abre este molde y, a continuación, las piezas fundidas no se extraen del molde sino que se recuecen por disolución directamente mediante rayos infrarrojos, se enfrían a continuación bruscamente durante el rociado del molde y solo entonces se extraen y se envejecen artificialmente.
- 10 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que, tras la fabricación de la pieza fundida, esta se recuece por disolución con rayos infrarrojos, a continuación se enfría bruscamente durante 2 a 5 minutos y, a continuación, se envejece artificialmente.
- 15 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que, tras la fabricación de la pieza fundida, esta se recuece por disolución en el molde con rayos infrarrojos durante 1 a 5 minutos, a continuación se enfría bruscamente y solo después se extrae y, a continuación, se envejece artificialmente.
- 20 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que como aleación se utiliza una aleación de fundición a presión de aluminio o magnesio.
- 25 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 4, caracterizado por que para una pieza fundida o fundida a presión de aluminio o una aleación de aluminio se aplica una radiación infrarroja con longitudes de onda en el intervalo de 1 a 3,5  $\mu\text{m}$ .
- 30 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por que se aplica una longitud de onda en el intervalo de 2 a 3,5  $\mu\text{m}$ .
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las piezas fundidas o fundidas a presión se enfrían bruscamente tras el calentamiento hasta la temperatura de recocido por disolución en agua, en un polímero o al aire.
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que tras el enfriamiento brusco y antes del envejecimiento se realiza un estampado en el estado blando de las piezas fundidas a presión.

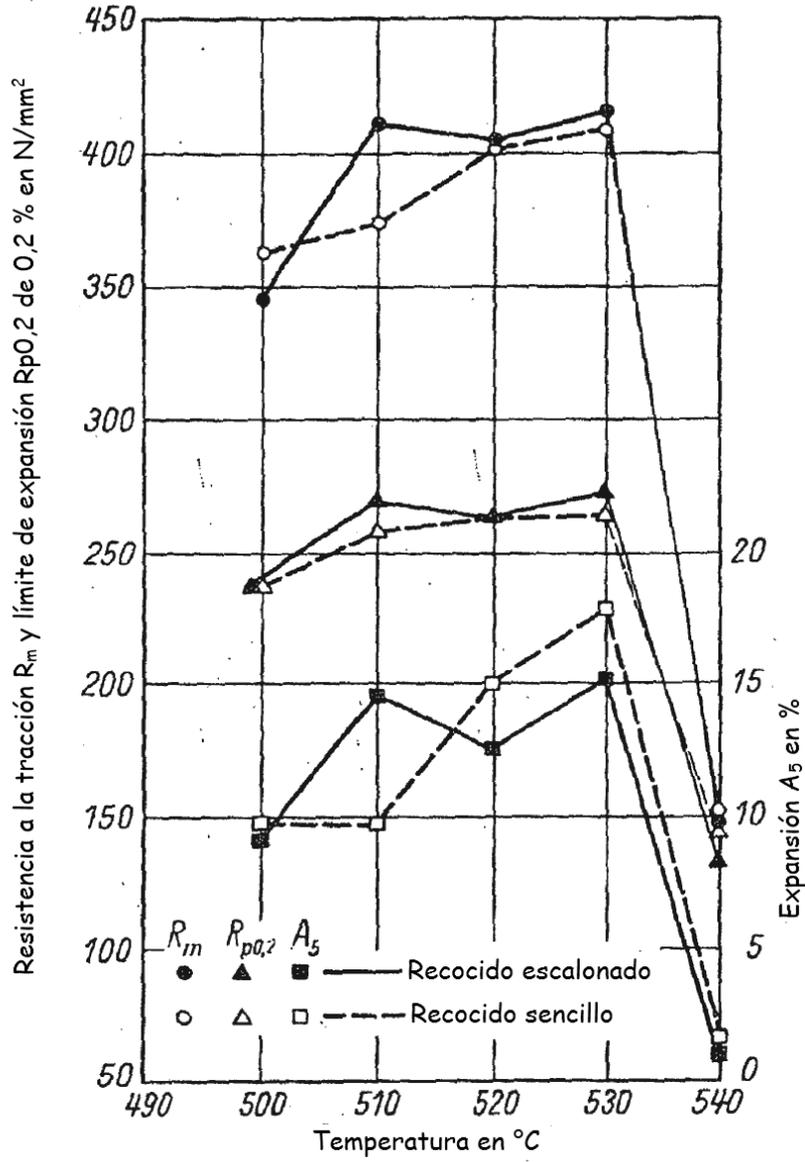
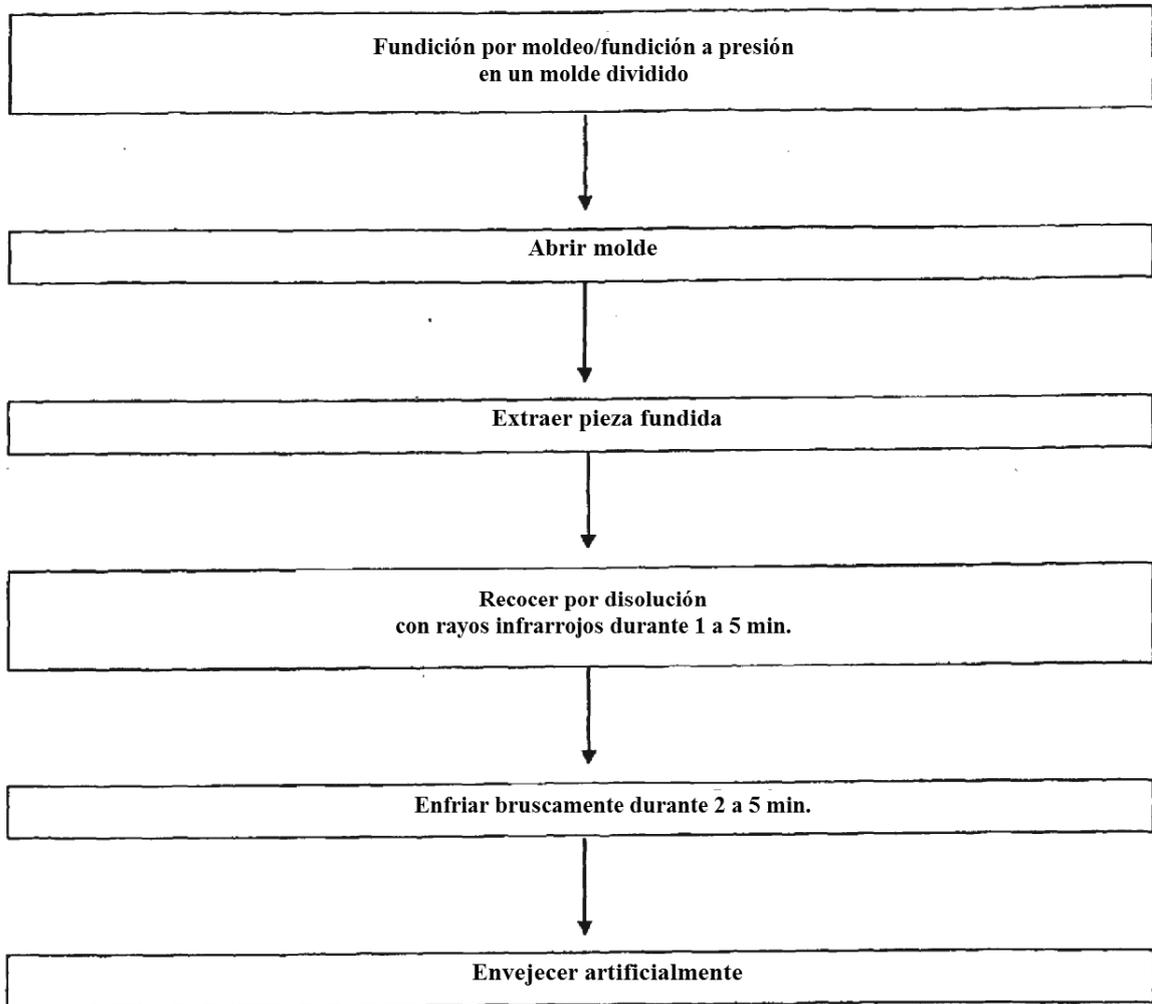
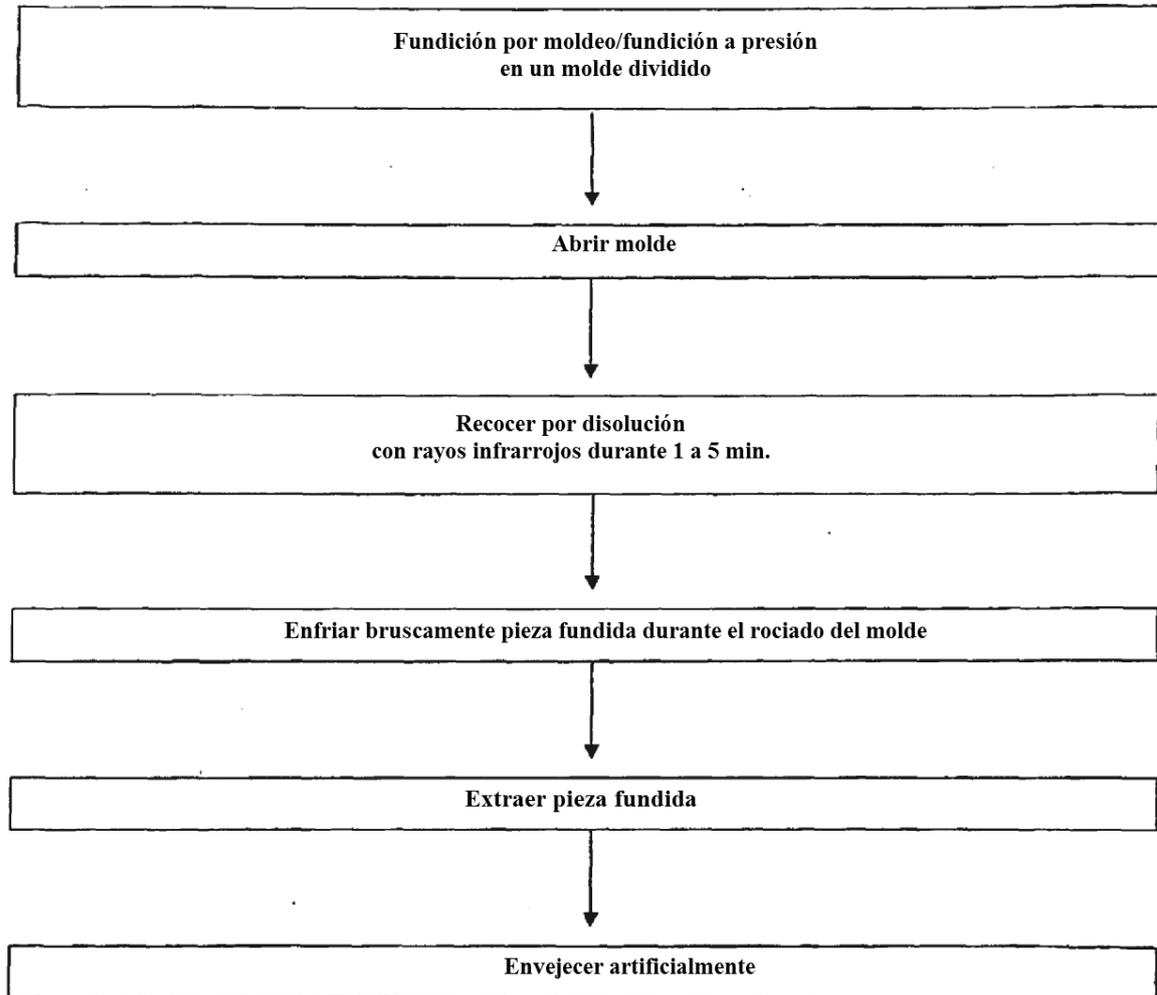


FIG. 1 (cita bibliográfica)

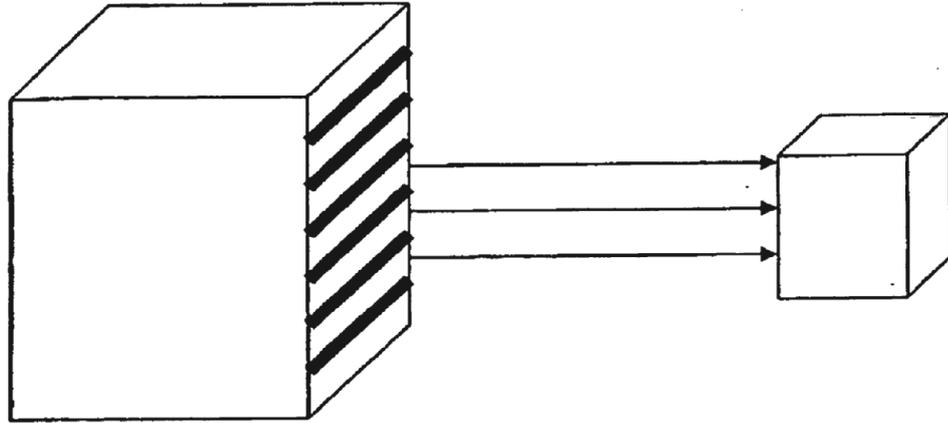


**FIG. 2a**

(no de acuerdo con la invención)



**FIG. 2b**



**FIG. 3**