



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 343 317**

51 Int. Cl.:

B22C 9/02 (2006.01)

B22C 9/12 (2006.01)

B22C 9/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03795590 .3**

96 Fecha de presentación : **06.08.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1551578**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.07.2005**

54 Título: **Procedimiento para calentar un molde de colada.**

30 Prioridad: **10.09.2002 US 241819**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.07.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.07.2010

73 Titular/es: **METAL CASTING TECHNOLOGY, Inc.**
127 Old Wilton Road
Milford, New Hampshire 03055, US

72 Inventor/es: **Redemske, John, A.**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 343 317 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 calentar un molde de colada.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para calentar un molde refractario permeable a gases y regular la temperatura del molde en la preparación para colar el material metálico fundido dentro del molde.

10 Antecedentes de la invención

El procedimiento de colada a cera perdida usa típicamente un molde refractario que se construye por la acumulación de capas sucesivas de partículas cerámicas unidas con un aglutinante inorgánico alrededor de un material de patrón fungible tal como cera, plástico y similares. El molde refractario acabado se forma normalmente como un molde de cáscara alrededor de un patrón (fungible) efímero. El molde de cáscara refractario se hace lo suficientemente grueso y fuerte para soportar: 1) las tensiones del autoclave de vapor o la eliminación del patrón de combustión espontánea, 2) el paso a través de un horno de calcinación, 3) soportar las presiones térmicas y metalostáticas durante la colada del metal fundido, y 4) la manipulación física implicada entre estas etapas de procesamiento. Construir un molde de cáscara con esta resistencia normalmente requiere, al menos, 5 revestimientos de pasta refractaria y estuco refractario, lo que da como resultado una pared del molde típicamente de 4 a 10 mm de espesor, requiriendo de esta manera una cantidad sustancial de material refractario. Las capas también requieren un tiempo prolongado para que los aglutinantes se sequen y se endurezcan dando como resultado, de esta manera, un procedimiento lento con un trabajo considerable para realizar el inventario del procedimiento.

Típicamente, los moldes de cáscara refractarios unidos se cargan en un horno discontinuo o continuo calentado por combustión de gas o aceite y calentado hasta una temperatura de 871,11°C (1600°F) a 1093,33°C (2000°F). Los moldes de cáscara refractarios se calientan por radiación y conducción hacia la superficie externa del molde de cáscara. Típicamente, menos del 5% del calor generado por el horno se absorbe por el molde refractario y más del 95% del calor generado por el horno se desperdicia por paso hacia fuera a través del sistema de escape de gases del horno.

Los moldes refractarios calentados se retiran del horno y se vacía el metal o aleación fundidos dentro de los mismos. Una temperatura del molde elevada en el momento la colada es deseable para colar aleaciones de alta temperatura de fusión tales como aleaciones ferrosas para evitar defectos por un mal llenado, captura de gases, grietas de solidificación y contracción.

La tendencia la colada a cera perdida es hacer el molde de cáscara refractario tan fino como sea posible para reducir el coste del molde como se ha descrito anteriormente. El uso de moldes de cáscara finos ha requerido el uso de medios de soporte para evitar el fallo del molde como se describe por Chandley y col. en la Patente de Estados Unidos N° 5.069.271. La patente 5.069.271 desvela el uso del moldes de cáscara cerámicos unidos hechos tan finos como sea posible, tal como, menores de 3,048 mm (0,12 pulgadas) de espesor. Un medio particulado de soporte no unido se compacta alrededor del molde de cáscara refractario caliente fino después de retirarlo del horno de precalentamiento. El medio de soporte no unido actúa para resistir las tensiones aplicadas al molde de cáscara durante la colada para evitar el fallo del molde.

Sin embargo, los moldes de cáscara finos, se enfrían más rápidamente que los moldes más gruesos después de retirarlos del horno de precalentamiento del molde y después de rodearlos con medios de soporte. Este enfriamiento rápido conduce a temperaturas del molde más bajas en el momento la colada. Las temperaturas del molde bajas pueden contribuir a defectos tales como malos llenados, contracción, gas atrapado y grietas de solidificación, especialmente en moldes finos.

50 Sumario de la invención

La invención se define en las reivindicaciones.

Una realización de la presente invención proporciona un procedimiento térmicamente eficaz para el calentamiento de una pared permeable a gases de un molde refractario que define una cavidad del molde, en la que se vacía el metal o aleación fundidos, mediante la transferencia de calor desde el gas caliente que fluye dentro de la cavidad del molde hasta la pared del molde.

Otra realización de la invención proporciona un procedimiento en el que una superficie interior de la pared del molde permeable a gases se calienta y se mantiene a una temperatura de colada deseada hasta el momento de llenar la cavidad del molde con el metal o aleación fundidos y sin calentar la masa de un medio de soporte particulado, que opcionalmente puede disponerse alrededor del molde.

La invención implica, en una realización, el calentamiento de una pared del molde permeable a gases de un molde refractario unido mediante el flujo del gas caliente desde una fuente de gas caliente a través de uno o más conducto o conductos refractarios dentro de la cavidad del molde y a través de la pared permeable a gases hasta la región exterior del molde. El flujo del gas se efectúa dirigiendo el gas hacia la cavidad del molde dentro del molde, a una presión que

excede la presión presente en el exterior del molde a fin de establecer un diferencial de presión a través de la pared del molde de cáscara, lo que fuerza al gas caliente a fluir de una forma sustancialmente uniforme a través de todas las áreas de la pared del molde.

5 Un molde de cáscara refractario unido permeable a gases usado en la realización práctica de una realización de la invención puede ser tan grueso como aproximadamente 10 mm o tan fino como aproximadamente 1 mm, aunque la invención no se limita a este intervalo de espesores de la pared del molde de cáscara. El molde puede estar rodeado por un medio de soporte particulado refractario no unido opcional, si fuera necesario, para mantener la integridad estructural del molde durante el calentamiento de la pared del molde y las operaciones de colada. La cavidad del
10 molde vacía resultante puede colarse mediante procedimientos de vertido por contra-gravedad, por gravedad o por presión.

La transferencia de calor desde los gases calientes hasta la pared del molde es extremadamente eficaz a medida que el gas caliente pasa a través de la pared del molde de cáscara permeable y también del medio de soporte particulado circundante, si se usa. Cuando se usa el medio de soporte particulado, casi todo el calor útil contenido en el gas caliente se transfiere al molde y al medio de soporte no unido. En este caso, el gas sale del medio de soporte a temperatura ambiente. Se establece también un gradiente de temperatura favorable en el medio de soporte no unido, si se usa alrededor del molde refractario unido. Este gradiente térmico ayuda a mantener la temperatura superficial de la pared del molde, que define la cavidad del molde durante un breve periodo entre que se retira el flujo del gas y que comienza el llenado del molde.
15
20

Descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista de la sección transversal del aparato para la realización práctica de una realización de la invención.
25

La Figura 1A es similar a la Figura 1 pero muestra un molde de cáscara con una pluralidad de cavidades del molde incrustadas en el medio de soporte particulado con un conducto refractario conectado en una localización inferior para la colada por contra-gravedad.
30

La Figura 1B es similar a la Figura 1 pero muestra un molde de cáscara con una pluralidad de cavidades del molde incrustadas en el medio de soporte particulado con un conducto refractario conectado en una localización superior para la colada por gravedad.
35

La Figura 2 es similar a la Figura 1 y muestra el gradiente térmico desarrollado a través de la pared del molde de cáscara y una pequeña distancia en el medio de soporte particulado, mediante una realización de la invención.

La Figura 3 es un gráfico de la temperatura del gas caliente y el molde, y el diferencial de presión de vacío frente al tiempo que dura la colada por contra-gravedad de acuerdo con una realización de la invención.
40

La Figura 4 es un gráfico de la temperatura del molde, el caudal del gas, y el diferencial de presión de vacío frente al tiempo que dura el recalentamiento del molde de acuerdo con otra realización de la invención.

La Figura 5 es una vista en perspectiva de un brazo basculante de acero colada que realiza la colada por contra-gravedad de acuerdo con otra realización de la invención.
45

Descripción de la invención

La presente invención implica el calentamiento de la pared permeable a gases de un molde refractario mediante el flujo de gas caliente desde una fuente de gas caliente a través de uno o más conducto o conductos refractarios hacia la cavidad del molde y a través de la pared permeable a gases de la cavidad del molde hasta un espacio o región exterior del molde. Este flujo de gas está provocado por la creación de una presión en la cavidad del molde mayor que la presión presente en la región localizada en el exterior de la pared del molde.
50

Una realización de la invención ofrecida con propósitos de ilustración y no de limitación, implica un molde de cáscara refractario permeable a gases unido 10, Figura 1, que puede prepararse mediante procedimientos bien conocidos en la industria la colada, tal como el procedimiento de fabricación bien conocido de colada a cera perdida. Por ejemplo, se proporciona un conjunto patrón (fungible) efímero hecho típicamente de cera, espuma plástica u otro material de patrón fungible e incluye uno o más patrones que tienen la forma del artículo a moldear. El patrón o patrones se conectan a canales y compuertas de colada fungibles para formar el conjunto patrón completo. El conjunto patrón se sumerge repetidamente en la pasta aglutinante cerámica/inorgánica, drenando el exceso de pasta de cerámica, estucándolo con partículas refractarias o cerámicas (estuco), y secándolo al aire o en condiciones de secado controladas para formar crear un molde de cáscara refractario unido sobre el patrón. Después de que se crea un espesor del molde de cáscara deseado sobre el patrón, el patrón se retira selectivamente mediante técnicas de retirada de patrón bien conocidas, en autoclave de vapor o eliminación del patrón por combustión espontánea, dando lugar a un molde de cáscara verde que tiene una o más cavidades del molde 10a (se muestra una) para llenarlo con un metal o aleación fundidos y solidificarlo en su interior para formar un artículo moldeado por colada que tiene la forma de la cavidad del molde 10a. Como alternativa, el patrón puede dejarse dentro del molde refractario unido y retirarse después durante
55
60
65

ES 2 343 317 T3

el calentamiento del molde. El conjunto patrón puede incluir uno o más conductos refractarios preformados 12 (se muestra uno) fijados al mismo para incorporarse como parte del molde de cáscara 10. El conducto refractario 12 se proporciona para que fluyan los gases calientes durante el precalentamiento del molde de acuerdo con la invención, así como para conducir el metal o aleación fundidos hacia la cavidad del molde 10a. En lugar de fijarse al conjunto patrón, el conducto 12 puede fijarse al molde de cáscara 10 después de que se forme, o durante el montaje del molde de cáscara 10 en una cámara de colada 20a del alojamiento o recipiente metálico 20, Figura 2. Para la colada por contra-gravedad, el conducto refractario 12 típicamente tiene forma de un tubo cerámico largo dispuesto en la parte inferior del molde 10 que se sumergirá en un tanque de metal o aleación fundidos, Figura 2, y suministrará metal o aleación fundidos a la cavidad del molde 10a. El molde de cáscara 10 puede incluir una pluralidad de cavidades del molde 10a dispuestas alrededor y a lo largo de una longitud de un canal de colada central 10s como se ha ilustrado, por ejemplo, en la Figura 1A en la que se usan los mismos números de referencia para designar elementos similares. Análogamente, para la colada por gravedad, Figura 1B, el molde de cáscara 10 puede incluir una o más cavidades del molde 10a. Se ilustran múltiples cavidades del molde 10a, por ejemplo, en la Figura 1B. Para la colada por gravedad, el conducto refractario 12 se dispone sobre la parte superior del conjunto del molde de cáscara 10, el medio del soporte particulado 16 y el recipiente 20 y, típicamente, tiene forma de embudo para recibir el metal o aleación fundidos desde un recipiente de vertido, tal como un crisol convencional (no mostrado).

La permeabilidad de la pared del molde de cáscara refractario unido 10w se escoge para provocar un caudal de gas a través de la pared del molde adecuado para transferir calor dentro de la pared del molde a una velocidad que controle la temperatura de una superficie interior 10f de la pared del molde. La velocidad de calentamiento de la pared del molde 10w es proporcional al caudal de gas a través de la pared del molde 10w. Se ha usado típicamente un caudal de gas de hasta 2,83 mcsp (metros cúbicos normales por minuto) (100 pcsn (pies cúbicos normales por minuto)) para los tamaños de los moldes ensayados en los siguientes Ejemplos. Los moldes más grandes y las velocidades de calentamiento más rápidas requerirán mayores caudales de gas caliente. El caudal de gas caliente a través de la pared del molde refractario unido 10w se controla por la distribución de forma y tamaño de partícula de las arenas refractarias empleadas en la preparación del molde, la fracción de vacío en las capas o revestimientos de cáscaras secas, el contenido de aglutinante y el espesor de la pared del molde 10w. El espesor de la pared del molde refractario unido 10w se puede variar entre 1,0 mm y 10 mm dependiendo del tamaño del molde. El uso de una pared del molde refractario unido 10w que tiene menor permeabilidad a gas que el espacio o región R exterior del molde unido 10 provoca un diferencial de presión de típicamente al menos 0,3 atmósferas a través de la pared del molde 10w, en la realización práctica de una realización ilustrativa de la invención. La región R contiene típicamente el medio de soporte particulado no unido 16 (por ejemplo, arena de fundición seca no unida) en una realización de la invención como se describe en la Patente de Estados Unidos N° 5.069.271 de Chandley y col., que se incorpora por referencia en el presente documento. Este diferencial de presión fuerza al gas caliente a fluir de una forma sustancialmente uniforme a través de todas las áreas de la pared del molde 10w, en una realización práctica de la invención. La región R localizada alrededor del molde de cáscara 10 puede estar vacía en otra realización de la invención como se describe en la Patente de Estados Unidos N° 5.042.561 de Chandley y col., que se incorpora por referencia en el presente documento, cuando el molde 10 tenga suficiente resistencia para soportar las tensiones la colada y, por tanto, no sea necesario soportarlo externamente en la cámara de colada 20a durante la colada.

El tipo refractario escogido para el molde de cáscara 10 debe ser compatible con el metal o aleación que se vacía. Si el medio de soporte particulado 16 se proporciona alrededor del molde de cáscara 10, el coeficiente de expansión térmica del molde de cáscara debe ser similar al del medio de soporte para evitar las grietas por el diferencial de expansión térmica del molde refractario unido. Además, para piezas mas grandes, debe usarse un refractario con un bajo coeficiente de expansión térmica, tal como sílice fundida, para que el molde de cáscara refractario unido 10 y el medio de soporte 16 eviten el pandeo por expansión térmica de la pared de la cavidad del molde 10w.

El molde de cáscara refractario unido 10 se sitúa en la cámara de colada 20a del recipiente 20 con el conducto o conductos refractarios 12 extendiéndose fuera del recipiente 20, Figura 1. Después, el molde refractario 10 se rodea con un medio de soporte particulado refractario no unido compactado 16. Después de que el medio de soporte haya cubierto el molde de cáscara refractario unido y haya llenado la cámara de colada 20a, se cierra el extremo superior del recipiente 20 usando un cierre 22, tal como una cubierta superior móvil 22a o un diafragma (no mostrado), para ejercer una fuerza de compresión sobre el medio de soporte particulado 16 de manera que el medio de soporte permanezca firmemente compactado. Se proporciona un acceso tamizado 24, que junto con una junta tórica 25 normalmente es parte de la cubierta superior 22a, para posibilitar el flujo de gas fuera de la cámara 20a mientras que el tamiz 24s de la misma retiene el medio de soporte particulado 16 en su interior. La Patente de Estados Unidos 5.069.271 de Chandley y col. describe el uso del medio de soporte particulado alrededor de un molde de cáscara fino y se incorpora por referencia en el presente documento.

De acuerdo con una realización de la invención, el recipiente 20 se mueve a una fuente de gas caliente 30 y se baja para situar el conducto refractario 12 dentro del flujo del gas caliente, Figura 1, de manera que el gas caliente fluye a través del conducto 12 hacia la cavidad del molde 10a. El gas puede calentarse por cualquiera medio conocido tal como, calentamiento eléctrico o, preferentemente, por combustión de gas. La temperatura del gas caliente puede variar entre 427°C (800°F) y 1204°C (2200°F) dependiendo del metal o aleación a colar y de la cantidad deseada de calentamiento del molde.

El gas caliente se hace fluir a través del conducto 12 hacia la cavidad del molde 10a y a través de la pared del molde refractario unido permeable a gases 10w creando un diferencial de presión eficaz para ello entre la cavidad del molde

ES 2 343 317 T3

10a y la región ocupada por el medio de soporte particulado 16 en la recipiente de cámara 20. Para propósitos de ilustración y no de limitación, típicamente se impone un diferencial de presión de al menos 0,3 atmósferas a través de la pared del molde 10w. De acuerdo con una realización de la invención, este diferencial de presión puede establecerse aplicando una presión subatmosférica (vacío) al acceso de la cámara tamizado 24 que, a su vez, comunica el vacío al medio de soporte particulado no unido 16 dispuesto alrededor del molde de cáscara refractario unido 10 en el recipiente 20. El uso de una presión subambiental en el acceso 24 posibilita que el gas caliente que se suministra al conducto refractario 12 y al interior del molde (cavidad del molde 10a) esté a presión atmosférica. Puede aplicarse un mayor vacío al acceso 24 para aumentar el caudal del gas caliente que fluye a través de la cavidad del molde 10a y de la pared del molde 10w. Como alternativa, puede hacerse que el gas caliente fluya hacia el molde de cáscara 10 y a través de la cavidad del molde 10a y la pared del molde permeable 10w aplicando una presión del gas caliente mayor que la presión atmosférica en el conducto 12 y, de esta manera, en el interior del molde, mientras que mantiene el exterior del molde de cáscara 10 (por ejemplo, el medio de soporte particulado 16 en el recipiente 20) a una presión cerca de la ambiental. Por ejemplo, puede proporcionarse una presión superambiental (por ejemplo, 103,4 kPa (15 psi)) de gas caliente al conducto 12 usando un quemador de alta presión disponible en North American Mfg. Co. Esta realización puede forzar una mayor masa de gas caliente a través del molde de cáscara 10, dando como resultado de esta manera tiempos más cortos de calentamiento de los moldes. También puede usarse una combinación tanto del vacío descrito anteriormente como de los enfoques de presión en la realización práctica de la invención.

La pared del molde 10w que define la cavidad del molde 10a se calienta a la temperatura deseada para colar el metal o aleación fundidos en la cavidad del molde 10a mediante el flujo continuado de gas caliente a través de la pared del molde refractario unido permeable. La temperatura del gas caliente, el tiempo de calentamiento y el caudal a través de la pared del molde refractario unido permeable a gases 10w controlan la temperatura final de la superficie interior de la pared del molde 10w. Después de que el molde haya alcanzado la temperatura deseada para la colada, se detiene el flujo del gas caliente desde la fuente 30, y el metal o aleación fundidos se vacían en la cavidad del molde calentada 10a. Cuando el medio de soporte particulado no unido se dispone alrededor del molde de cáscara 10, se calienta la pared del molde 10w así como alguna distancia en el medio de soporte no unido 16 durante el flujo del gas caliente a través de la pared del molde. Se establece un gradiente de temperatura favorable, Figura 2, en el medio de soporte particulado 16, lo que ayuda al mantenimiento de la temperatura superficial de la cavidad del molde 10a entre que se detiene el flujo de gas caliente y que se vacía el molde, como se ilustra, por ejemplo, en la Figura 3.

Debe observarse que la eficacia energética del procedimiento de calentamiento de la cavidad del molde de acuerdo con la invención es muy alta. Cuando se usa el medio de soporte 16, el molde de cáscara refractario unido 10 y el medio de soporte no unido 16 absorben casi todo el calor del gas caliente que entra en el molde. Esto se compara con menos del 5% del calor que se absorbe por un molde en los hornos de calentamientos de moldes usados típicamente en la colada a cera perdida. En el horno de colada a cera perdida típico, más del 95% de la energía se desperdicia a medida que el gas se desplaza hacia arriba por la chimenea de escape del horno.

Si el conjunto patrón efímero se dejara dentro del molde de cáscara refractario unido 10, podría retirarse durante dicho calentamiento del molde. El flujo de gas caliente se dirige en principio al conjunto patrón, provocando su fusión y vaporización dejando, de esta manera, la cavidad del molde 10a sustancialmente libre del material de patrón. Forzar el gas caliente a fluir a través de la pared del molde refractario unido 10w como se ha descrito anteriormente de acuerdo con la invención provoca que esta retirada del patrón ocurra más rápido, especialmente en patrones finos y largos.

El gas caliente desde la fuente 30 puede tener un fuerte potencial de oxidación, neutro o de reducción dependiendo del deseo de retirar el residuo del patrón carbonoso de la cavidad del molde 10a. Debe observarse que la capacidad para oxidar el residuo del patrón carbonoso se potencia en gran medida por el flujo forzado de gas oxidante a través de todas las áreas de las cavidades del molde 10a y a través de la pared del molde refractario unido 10w. La oxidación del residuo del patrón también puede generar calor que puede usarse para aumentar la temperatura del molde refractario unido 10.

Si se usaran temperaturas elevadas para retirar el residuo del patrón, para aleaciones de baja temperatura de fusión, tales como de aluminio y magnesio, puede reducirse la temperatura del molde de cáscara refractario unido 10 para enfriar la pared del molde 10w hasta una temperatura más adecuada para colar el metal o aleación particular. El gas de refrigeración desde una fuente de gas de refrigeración (no mostrada) puede sustituir al el gas caliente de la fuente 30 mientras mantiene un diferencial de presión adecuado a través de la pared del molde 10w para este fin. El diferencial de presión provocará un flujo de gas más frío a través de la pared del molde 10w, reduciendo y controlando de esta manera la temperatura de las cavidades del molde 10a y de la pared del molde 10w. La fuente de gas de refrigeración puede comprender aire ambiente o cualquier otra fuente de gas de refrigeración.

Otra realización de la invención implica un procedimiento de calentamiento del molde para ajustar la temperatura de un molde de cáscara calentado previamente 10 después de ponerlo en un medio de soporte 16. En esta realización, el molde refractario unido 10 se calienta inicialmente en un horno (no mostrado) a una temperatura suficientemente alta para retirar el residuo del patrón. El molde refractario unido caliente 10 se retira entonces del horno, se pone en la cámara de colada 20a del recipiente 20 y el medio de soporte particulado 16 se compacta alrededor del molde 10. Dicho molde 10 tendrá típicamente una pared del molde de espesor reducido y, por lo tanto, requerirá la aplicación del medio de soporte particulado 16 durante la colada para evitar el fallo del molde. Dicho molde de cáscara fina, sin embargo, se enfría más rápidamente que los moldes de cáscara de pared más gruesa después de su retirada del horno de precalentamiento del molde y después de rodearlo con el medio de soporte 16. Este rápido enfriamiento conduce

ES 2 343 317 T3

a una menor temperatura del molde en el momento la colada. Las bajas temperaturas de la pared del molde pueden contribuir a defectos tales como un mal llenado, contracción, gas atrapado y grietas de solidificación, especialmente en moldes finos.

5 La temperatura de la pared del molde 10w se aumenta de nuevo al intervalo deseado haciendo fluir el gas caliente desde la fuente de gas caliente 30 a través del conducto refractario 12 hacia la cavidad del molde 10a y a través de la pared del molde permeable a gases 10w hasta la región R. Este flujo de gas caliente se provoca por la creación de una mayor presión en la cavidad del molde 10a que la presión exterior de la pared del molde 10w como se ha descrito anteriormente.

10 Después de que el molde de cáscara 10 haya alcanzado la temperatura deseada, el flujo de gas caliente se detiene y el metal fundido se vacía dentro de la cavidad del molde recalentada 10a.

Ejemplos

15 Los siguientes Ejemplos se ofrecen para ilustrar adicionalmente y no para limitar la invención. El primer Ejemplo 1 implica el uso de una realización del procedimiento de calentamiento del molde de la invención para aumentar la temperatura de la pared del molde 10w del molde de cáscara 10 formado de acuerdo con el procesamiento anterior desde la temperatura ambiente hasta una temperatura de vacío deseada.

20 Los patrones para un brazo basculante autopropulsado se moldearon en poliestireno expandido a una densidad de $20,09 \text{ kg/m}^3$ (5 lb/pie^3). Estos patrones se ensamblaron sobre un tubo cilíndrico de 7,62 cm (3") de diámetro X 30,48 cm (12") de longitud de poliestireno expandido usando un adhesivo de fusión en caliente. La parte inferior del tubo cilíndrico de poliestireno expandido se fijó con cola de fusión en caliente a un conducto tubular refractario 12. Este conducto se formó a partir de un refractario de sílice fundida unido con arcilla.

25 El conjunto patrón se revistió con un revestimiento refractario compuesto de sílice fundida unida con sílice coloidal. En primer lugar se aplicó un revestimiento de 0,1 mm de espesor de sílice fundida con un tamaño de partícula medio de 40 micrómetros y después se secó. Esto iba seguido de un revestimiento más grueso de 1 mm de sílice fundida con un tamaño de partícula medio de 120 micrómetros que también se secó. La permeabilidad a gases del revestimiento seco final dio como resultado un flujo de gas de $9,63 \times 10^{-4} \text{ mcsm}$ ($0,034 \text{ scfm}$) por $6,45 \text{ cm}^2$ (1 pulg^2) del área de superficie del patrón por cada 6,89 kPa (1 psi) de diferencial de presión a través del revestimiento. Los revestimientos formaron un molde de cáscara alrededor de los patrones.

35 El conjunto de patrón revestido refractariamente se situó en una cámara de colada metálica (por ejemplo, de acero) 20a de 40,64 cm (16") de diámetro, del recipiente 20, extendiéndose el conducto refractario 12 fuera del recipiente a través de un orificio en la parte inferior del mismo. El conjunto de patrón revestido refractariamente se rodeó con un medio de soporte refractario no unido compactado 16. Se usaron granos de mullita, Accucast LD 35 de Carbo Ceramics, como medio de soporte 16 y se compactaron por vibración. Después de que la cámara de colada se hubiera llenado completamente con el medio de soporte, se cerró el recipiente 20 con una cubierta superior 22a. Un sello 25 entre la cubierta superior 22a y el recipiente formó una junta deslizante mediante la que la cubierta superior podía deslizarse hacia la cámara de colada para mantener un contacto firme con el medio de soporte 16. Esto aseguraba que el medio de soporte permaneciera firmemente compactado. La cubierta superior 22 también contenía un acceso de vacío tamizado 24 que posibilitaba el flujo de gas fuera de la cámara 20a pero que retenía el medio de soporte en su interior.

45 El recipiente de acero 20 se movió a un pequeño horno "Speedy Melt" alimentado con gas de MIFCO, Danville, Illinois, y capaz de producir 95248,10 W (325.000 BTU/hora) y se bajó para situar el conducto refractario 12 en la descarga de la corriente de gas caliente del horno. Se aplicó un vacío a un nivel de aproximadamente 60,6 kPa (20 pulgHg) al medio de soporte 16 dentro de la cámara de colada del recipiente de acero a través del acceso de aspiración 24 en la cubierta superior 22a. Una bomba de vacío P se conectó al acceso 24, para este fin.

55 La temperatura del gas caliente que entra en el conducto refractario 12 se controló a aproximadamente 1100°C (2012°F). El material de patrón de poliestireno expandido se retiró de las cavidades del molde con forma de brazo basculante mediante la aplicación del flujo de gas caliente al material de patrón. El gas caliente también se controló a un contenido de oxígeno del 8 al 10% en peso, para que tuviera un fuerte potencial de oxidación para retirar el residuo del patrón carbonoso de las cavidades del molde con forma de brazo basculante.

60 Después de eliminar el patrón, las cavidades del molde se calentaron a 1025°C mediante el flujo del gas caliente a través del molde refractario permeable a gases durante un tiempo de aproximadamente 14 minutos, Figura 3. La curva de temperatura de un termopar localizado a aproximadamente 6 mm de la pared de la cavidad del molde en el medio de soporte no unido, mostró que la pared del molde, así como alguna distancia en el medio de soporte no unido, se calentó durante el flujo del gas caliente. Se desarrolló un gradiente de temperatura favorable en el medio de soporte particulado no unido, Figura 2, que ayudó al mantenimiento de la temperatura superficial de las cavidades del molde entre que se retira el flujo de gas caliente y se vacía el molde. Esto se muestra claramente en la curva de temperatura del molde de la Figura 3, en la que la temperatura del molde no cambió durante los 30 segundos entre que se detuvo el vacío y, por lo tanto, el flujo de gas caliente y cuando se vació el molde.

ES 2 343 317 T3

Después de que el molde alcanzara la temperatura de colada de precalentamiento deseada, se detuvo el flujo de gas caliente, y se vació por contra-gravedad el acero fundido dentro de las cavidades del molde calentadas por inmersión del conducto refractario 12 en el acero fundido, Figura 2, y se volvió a aplicar vacío a la cámara de colada 20a del recipiente 20. La Figura 5 ilustra uno de los brazos basculantes de acero moldeados por colada.

5

El segundo Ejemplo 2 implica usar una realización de un procedimiento de calentamiento del molde de la invención para ajustar la temperatura de un molde de cáscara calentado previamente después de situarlo en el medio de soporte 16.

10

Se creó un molde de cáscara refractario unido muy fino de 22,86 cm (9") de diámetro x 71,12 cm (28") de alto que contenía 225 piezas de palanca mediante el procedimiento de cáscara de cerámica de colada a cera perdida bien conocido. El molde de cáscara refractario a base de mullita se formó con un total de 4 capas de cáscara que dieron como resultado una pared del molde cerámico unida que tenía un espesor de 2 a 3 mm. El molde de cáscara refractario se introdujo en un autoclave de vapor para retirar la mayor parte de la cera del patrón. El molde se calentó en un horno hasta 1037,78°C (1900°F) para retirar el residuo del patrón y precalentar el molde. El molde de cáscara refractario unido caliente se retiró después del horno, se conectó a un conducto refractario 12 y se situó en la cámara de colada 20a del recipiente 20, extendiéndose el conducto 12 a través de un orificio en la parte inferior del recipiente. El medio de soporte de granos de mullita 16 se compactó alrededor del molde de cáscara. El medio de soporte se utilizó para evitar el fallo del molde durante la colada del molde.

15

20

Como se muestra en la Figura 4, el molde de cáscara fino se enfrió rápidamente después de la retirada del molde del horno precalentado y después de rodearlo con el medio de soporte no unido mientras se medía mediante el termopar situado adyacente a la parte inferior y a la parte media del molde de cáscara. La pérdida de temperatura de 204,44 a 371,11°C (400 a 700°F) dio como resultado una menor temperatura del molde en el momento la colada. Las temperaturas del molde inferiores pueden contribuir a defectos tales como un mal llenado, contracción, gas atrapado y grietas de solidificación, especialmente en moldes finos.

25

30

El recipiente 20 se movió a un pequeño horno "Speedy Melt" alimentado con gas capaz de producir 95248,10 W (325.000 BTU/hora), y se bajó para situar el conducto refractario 12 en la descarga de la corriente de gas caliente del horno. Se aplicó un vacío a un nivel de aproximadamente 508 mmHg (20 pulgHg) al medio de soporte dentro de la cámara de colada a través del acceso de aspiración 24 en la cubierta superior 22a.

35

40

Las cavidades del molde se calentaron a 1010°C (1850°F) mediante el flujo del gas caliente a través del conducto refractario 12 y a través de la pared del molde permeable a gases durante un tiempo de aproximadamente 20 minutos, véase Figura 4. Se desarrolló un gradiente de temperatura favorable en el medio de soporte particulado no unido, que ayudó al mantenimiento de la temperatura de las cavidades del molde entre que se retira el flujo de gas caliente y se vacía el molde. Esto se muestra claramente en las curvas de temperatura del molde en la Figura 4, en las que la temperatura del molde como la midieron los termopares en su parte inferior y en su parte media no cambió durante los 30 segundos entre que se detuvo el vacío y, por lo tanto, el flujo de gas caliente y cuando se vació cuando el molde.

45

Después de que el molde alcanzó la temperatura de precalentamiento deseada, se detuvo el flujo de gas caliente, y se vació por contra-gravedad el acero fundido dentro de las cavidades del molde calentado, por inmersión del conducto refractario en el acero fundido, y se volvió a aplicar vacío en la cámara de colada.

50

A pesar de que las realizaciones anteriores demuestran el uso del acero colada por contrario-gravedad, los moldes precalentados de acuerdo con la invención también pueden colarse por gravedad o presión mediante procedimientos bien conocidos en la industria de colada de metales con cualquier metal o aleación.

55

Adicionalmente, aunque las realizaciones anteriores también demuestran el uso del calentamiento del moldes refractarios permeable a gases unidos finos que se rodean con medios de soporte particulados no unidos compactados para evitar el fallo del molde, este procedimiento de calentamiento del molde puede utilizarse también sin los medios de soporte 16 alrededor del molde 20 en el recipiente 20 si el molde refractario unido no lo requiere, como se ha mencionado anteriormente.

60

Los expertos en la materia apreciarán que la invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente y que pueden realizarse cambios y modificaciones en las mismas.

65

7

ES 2 343 317 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento para controlar la temperatura de una pared del molde permeable a gases que forma una cavidad del molde y un molde refractario unido para colada a cera perdida, que comprende hacer fluir un gas caliente desde una fuente de gas caliente a través de dicha cavidad del molde y de dicha pared del molde permeable a gases hasta una región exterior de dicho molde antes de colar el metal o aleación fundidos en la cavidad del molde calentado.
- 10 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha región está a una presión menor que una presión en dicha cavidad del molde.
- 15 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha pared del molde incluye una permeabilidad a gas eficaz para establecer una caída de presión a través de dicha pared del molde desde dicha cavidad del molde hacia dicha región.
- 20 4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que dicha caída de presión a través de dicha pared del molde da como resultado un flujo sustancialmente uniforme del gas a través de todas las aéreas del molde refractario permeable a gases.
- 25 5. El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 4 en el que dicha pared del molde es de aproximadamente 1,0 mm a aproximadamente 10 mm de espesor.
- 30 6. El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 5 que incluye rodear dicho molde mediante un medio de soporte particulado.
- 35 7. El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la temperatura de dicho molde se ajusta mediante el control de la temperatura del flujo de gas a través del molde.
- 40 8. El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 7 que incluye precalentar dicho molde a una temperatura elevada y reducir dicha temperatura elevada a una temperatura inferior haciendo fluir un gas de refrigeración a través de dicha cavidad del molde y de dicha pared del molde.
- 45 9. El procedimiento de una de la reivindicaciones 1 a 8 que incluye aumentar el flujo de gas caliente a través de dicha cavidad del molde y de dicha pared del molde para acelerar el calentamiento de la pared del molde refractario unido.
- 50 10. El procedimiento de una de la reivindicaciones 1 a 9, en el que se establece un gradiente térmico que se extiende desde una superficie inferior de dicha pared del molde hacia dicho medio de soporte particulado, de manera que una pérdida de temperatura de dicha pared del molde se reduce después de que se detenga el flujo de gas caliente y antes de que se vacíe el metal o aleación fundidos en dicha cavidad del molde.
- 55 11. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que una distancia en dicho medio de soporte particulado se precalienta a una temperatura deseada antes de colar dicho metal o aleación fundidos en dicha cavidad del molde.
- 60 12. El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 11 que incluye precalentar dicho molde a una temperatura elevada en una cámara de calentamiento, moviendo dicho molde desde dicha cámara de calentamiento hasta una cámara de colada, por lo que dicho molde se enfría a una temperatura inferior, y recalentar dicho molde a dicha temperatura elevada mediante haciendo fluir dicho gas caliente a través de dicha cavidad del molde y de dicha pared del molde.
- 65 13. El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 12 en el que dicho gas caliente es de naturaleza oxidante para retirar el material de patrón residual de dicha cavidad del molde por combustión del mismo.
14. El procedimiento de una de la reivindicaciones 1 a 12, en el que dicho gas caliente no es de naturaleza oxidante.

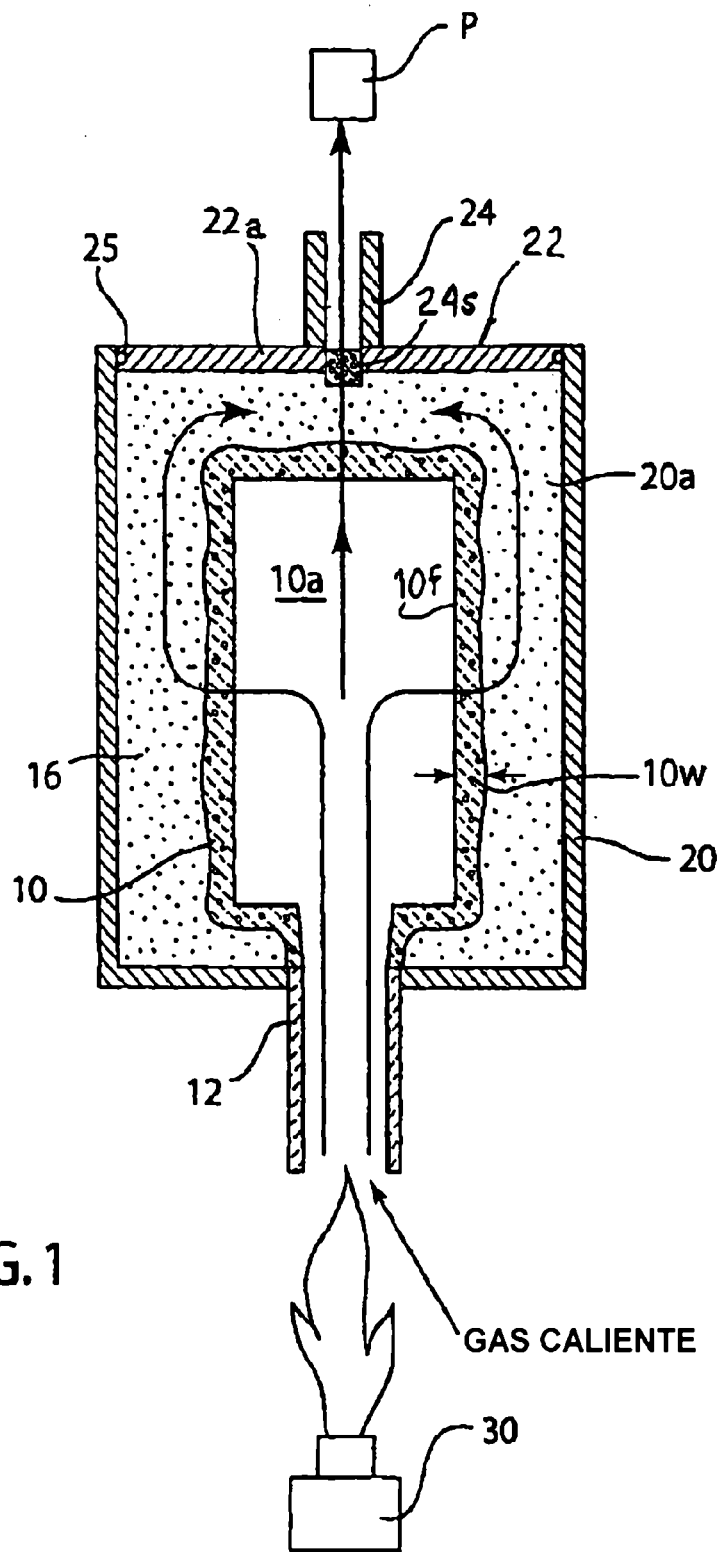


FIG. 1

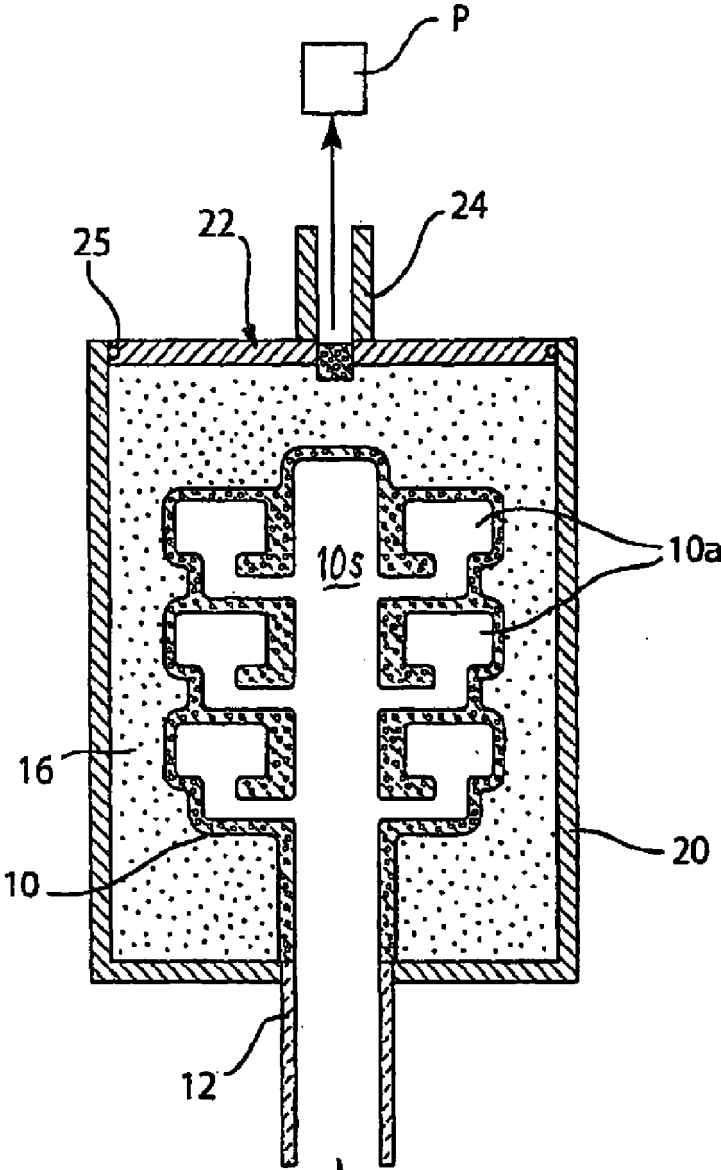
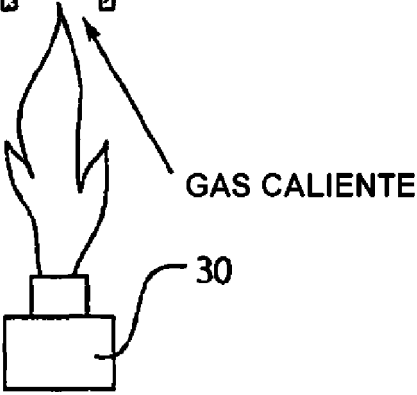


FIG. 1A



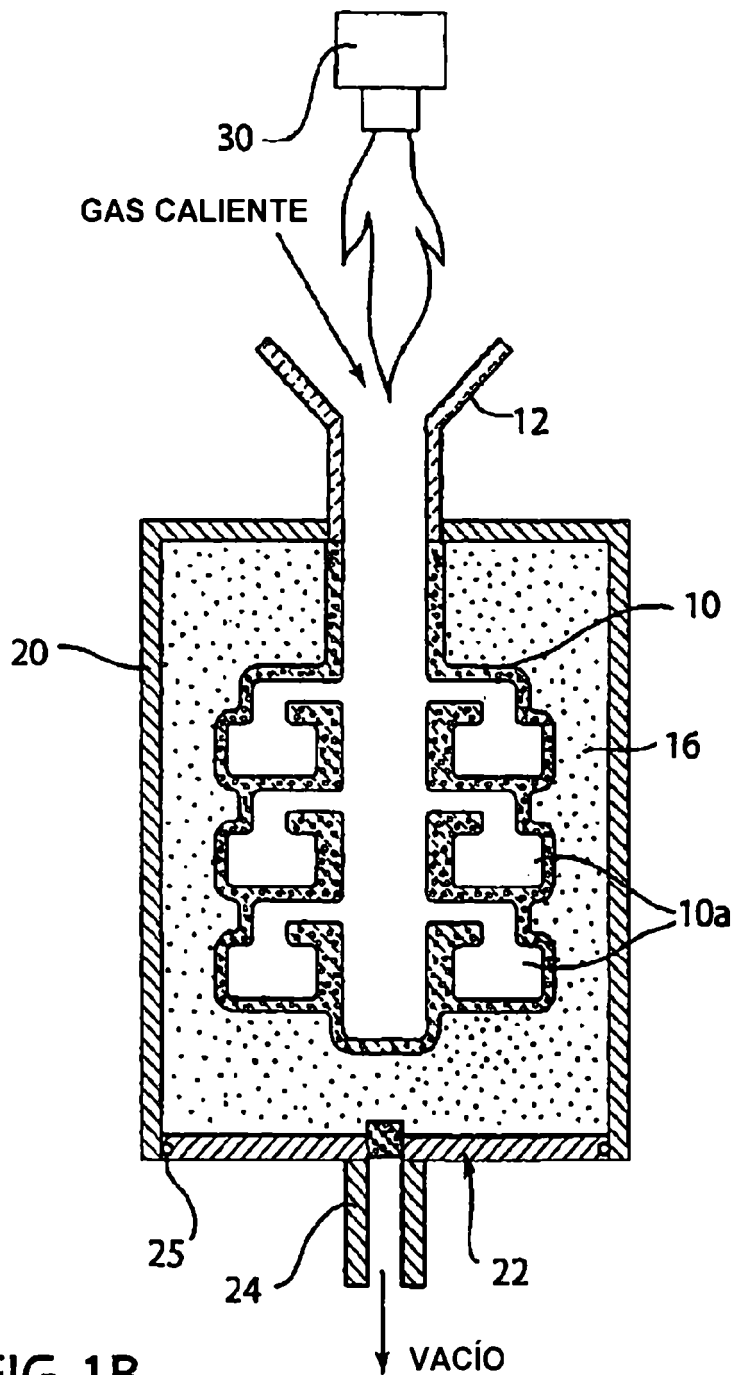


FIG. 1B

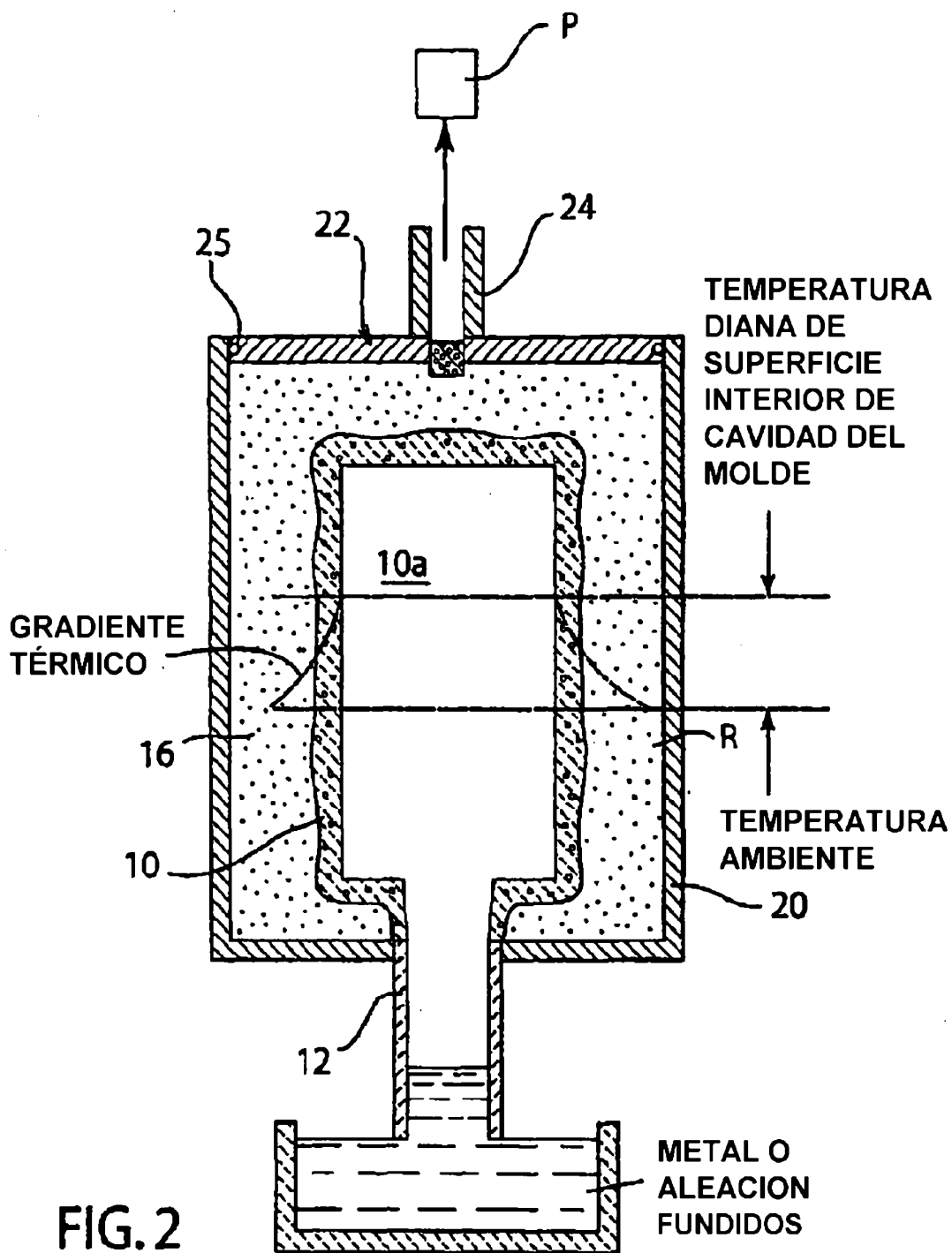


FIG. 2

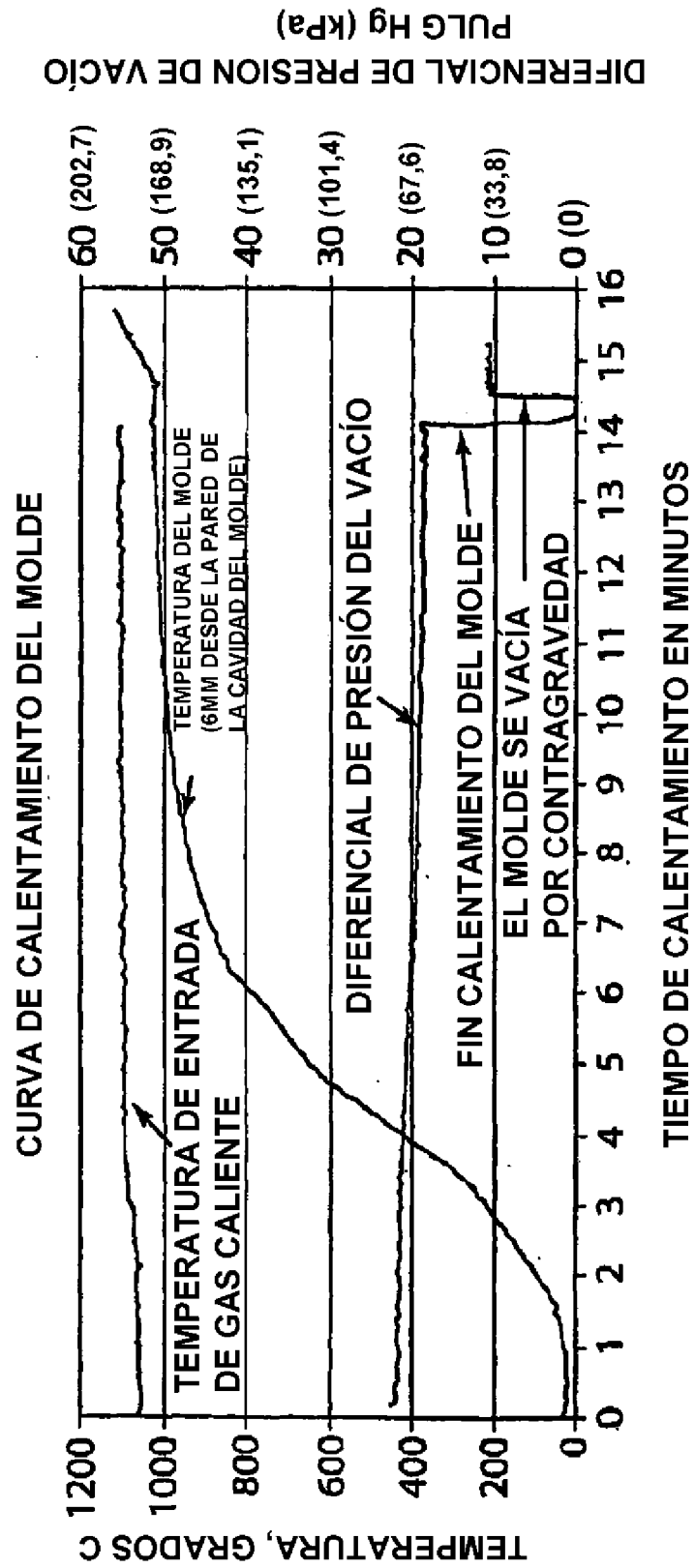


FIG.3

FIG. 4

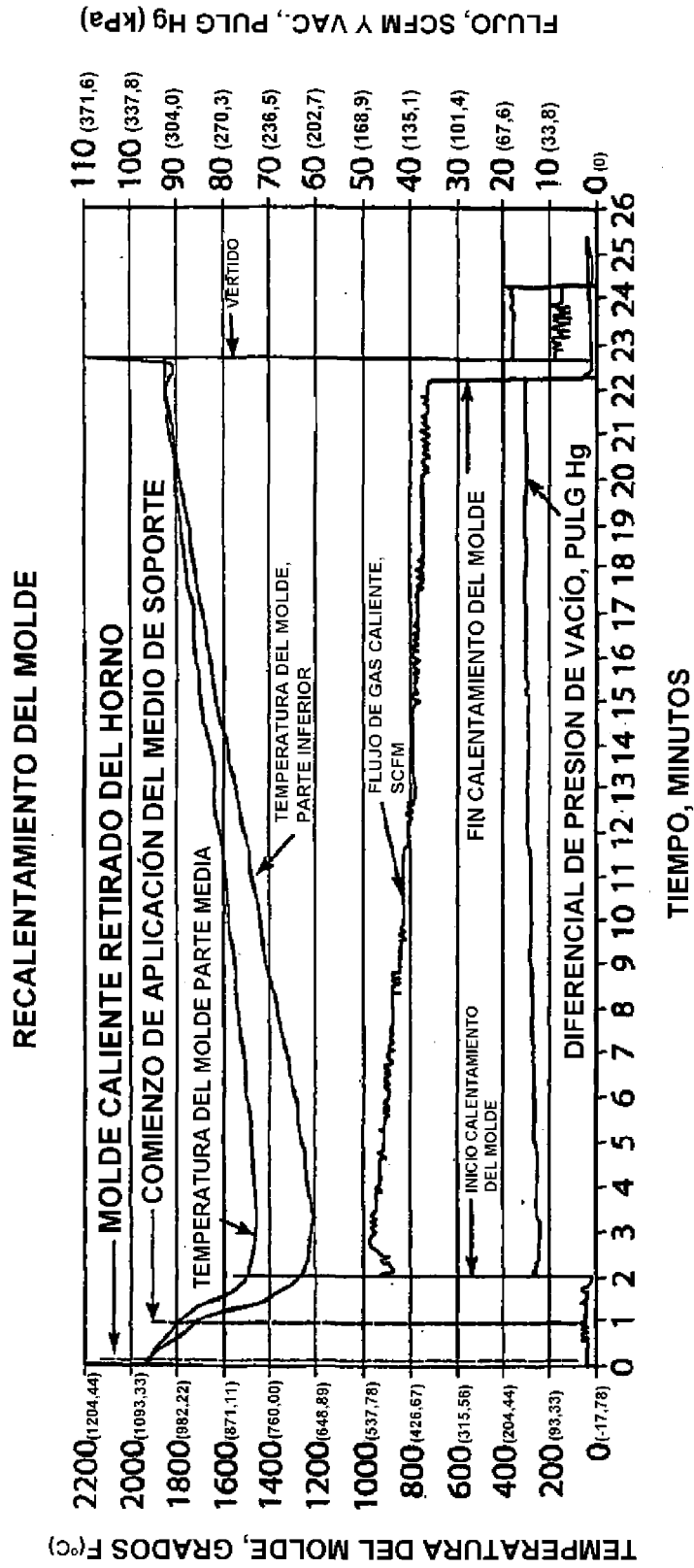


FIG. 5

