

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 732**

51 Int. Cl.:

B21D 37/16 (2006.01)

B22D 17/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2018** E **18164696 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2020** EP **3388163**

54 Título: **Aparato de enfriamiento para una matriz de estampación en caliente**

30 Prioridad:

11.04.2017 KR 20170046830

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

30.09.2020

73 Titular/es:

MS AUTOTECH CO., LTD. (33.3%)
16-9 Poseok-ro Naenam-myeon
Gyeongju-si, Gyeongsangbuk-do 38198, KR;
KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS
FOUNDATION (33.3%) y
MYUNGSHIN INDUSTRY CO., LTD. (33.3%)

72 Inventor/es:

PARK, SUNG YONG;
EOM, WON IK;
YUN, SUNG HO;
KWON, JUN HO y
KIM, YONG CHAN

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 784 732 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

Aparato de enfriamiento para una matriz de estampación en caliente

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un aparato de enfriamiento para una matriz de estampación en caliente y, más particularmente, a un aparato de enfriamiento para una matriz de estampación en caliente, capaz de enfriar de manera más uniforme y efectiva la matriz de estampación en caliente.

10 Generalmente, la proporción de partes de la carrocería del vehículo hechas de aceros de alta resistencia aumenta para cumplir con las regulaciones ambientales y lograr la reducción del peso del vehículo.

15 Dichos aceros de alta resistencia tienen baja formabilidad a temperatura ambiente y esto conlleva defectos dimensionales debido a la recuperación elástica que constituyen problemas en el proceso de formación de aceros de alta resistencia.

20 Recientemente, el número de piezas estampadas en caliente utilizadas en vehículos para la reducción de peso está aumentando.

En el proceso de estampado en caliente, se calienta una pieza en bruto o lámina de acero a una temperatura superior a Ac3, por ejemplo, aproximadamente entre 850 °C y 950 °C. La pieza en bruto de acero calentada se transfiere a una matriz de formación en varios segundos y se enfría mientras se forma a presión. Se proporciona un canal de enfriamiento en la matriz de formación para permitir que pase agua de enfriamiento a través de la matriz de formación.

El proceso de estampación en caliente proporciona una excelente formabilidad y precisión dimensional, ya que las láminas de acero se forman a alta temperatura. También, es posible obtener una pieza de vehículo que tenga la resistencia a la tracción de aproximadamente 1.500 MPa o más mediante el proceso de estampación en caliente.

30 El agua de enfriamiento se suministra al canal de enfriamiento de la matriz para la estampación en caliente. Dado que el agua de enfriamiento toma calor de la matriz mientras fluye a lo largo del canal de enfriamiento, la temperatura del agua de enfriamiento aumenta gradualmente. La temperatura del agua de enfriamiento es la más baja en una entrada del canal de enfriamiento donde se suministra el agua de enfriamiento a la matriz y es la más alta en una salida del canal de enfriamiento donde el agua de enfriamiento se descarga respecto de la matriz. Para decirlo de otra manera, la eficiencia de enfriamiento es la más alta en la porción de entrada y se reduce gradualmente hacia la porción de salida. Este fenómeno provoca un enfriamiento no uniforme de la matriz de estampación en caliente y deteriora la calidad de las piezas de carrocería estampadas en caliente.

40 El documento JP2014117709 divulga un sistema de enfriamiento para un simulador de una matriz de estampación en caliente en donde el simulador de la matriz de estampación en caliente se enfría mediante un flujo de refrigerante bifásico. El sistema de enfriamiento se controla dependiendo de varios valores, tales como la temperatura de salida de refrigerante, la presión de refrigerante, el caudal y la temperatura del metal del simulador.

45 Sumario

La presente invención se ha realizado teniendo en cuenta el problema mencionado anteriormente, y un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de enfriamiento para una matriz de estampación en caliente, capaz de enfriar de manera más uniforme y eficiente la matriz de estampación en caliente.

50 Con el fin de lograr el objeto anterior, un aparato de enfriamiento para una matriz de estampación en caliente de acuerdo con la presente invención se divulga en la reivindicación independiente 1 y este está configurado para enfriar la matriz de estampación en caliente con un refrigerante que fluye a lo largo de un canal de enfriamiento formado en la matriz de estampación en caliente. El refrigerante mientras fluye a lo largo del canal de enfriamiento está en una condición que permite que sus fases líquida y gaseosa coexistan y enfrían la matriz de estampación en caliente usando el calor latente de vaporización. Comúnmente, una matriz de estampación en caliente incluye una matriz superior y una matriz inferior. Un aparato de enfriamiento de acuerdo con la presente invención puede servir para enfriar la matriz superior y/o la matriz inferior.

60 El refrigerante que fluye por o se suministra al canal de enfriamiento de la matriz de estampación en caliente puede no estar en la condición de coexistencia de fase líquido-gas o en su estado líquido saturado. La temperatura del refrigerante suministrado al canal de enfriamiento está en el intervalo de 97 % a 99,5 % de la temperatura de evaporación del refrigerante. Tal condición de temperatura permite la entalpía de vaporización del refrigerante, es decir, usar el calor latente del refrigerante suficientemente para enfriar la matriz de estampación en caliente incluso cuando la diferencia es pequeña entre la temperatura del refrigerante suministrado a la matriz de estampación en caliente y la temperatura del refrigerante descargado desde la matriz de estampación en caliente.

De acuerdo con la presente invención, el refrigerante puede estar en una región de coexistencia bifásica mientras pasa a través del canal de enfriamiento de la matriz de estampación en caliente. Si no hay problema ambiental, cuanto mayor sea la entalpía de vaporización del refrigerante, más deseable.

5 De acuerdo con la presente invención, un compresor puede no ser necesario para comprimir el refrigerante descargado de la matriz de estampación en caliente. El cambio de temperatura de los componentes de circulación de refrigerante del aparato de enfriamiento puede ser muy pequeño. La temperatura del refrigerante que se descarga de la matriz de estampación en caliente está cerca de la temperatura de vaporización del refrigerante. Para
10 esto, se controla un caudal del refrigerante suministrado a la matriz de estampación en caliente.

De acuerdo con la invención, el aparato de enfriamiento para la matriz de estampación en caliente incluye: un depósito que almacena un refrigerante; una línea de suministro de refrigerante que conecta el depósito y una
15 entrada del canal de enfriamiento; y una línea de descarga de refrigerante que conecta el depósito y una salida del canal de enfriamiento.

Es más, de acuerdo con la invención, el aparato de enfriamiento para la matriz de estampación en caliente incluye un regulador de flujo para regular un caudal del refrigerante suministrado al canal de enfriamiento de la matriz de
20 estampación en caliente, y un calentador provisto en la línea de suministro de refrigerante y que calienta el refrigerante. Se proporciona una bomba en la línea de suministro de refrigerante y/o la línea de descarga de refrigerante para hacer circular el refrigerante desde el depósito hasta el canal de enfriamiento de la matriz de estampación en caliente. El refrigerante almacenado en el depósito es líquido.

De acuerdo con el aparato de enfriamiento de acuerdo con la presente invención, dado que la matriz de estampación
25 en caliente se enfría utilizando el calor latente de un refrigerante, la temperatura del refrigerante puede mantenerse constantemente en el canal de enfriamiento, lo que garantiza un enfriamiento uniforme de la matriz de estampación en caliente. De acuerdo con la presente invención, se puede lograr un enfriamiento eficiente de la matriz de estampación en caliente utilizando un refrigerante que tenga una alta entalpía de vaporización.

30 **Breve descripción de los dibujos**

Las realizaciones de la presente invención se comprenderán de forma más clara a partir de la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que:

35 la figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra un aparato de enfriamiento para una matriz de estampación en caliente, de acuerdo con una realización de la presente invención; y

la figura 2 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra el aparato de enfriamiento para la matriz de
40 estampación en caliente, de acuerdo con la realización de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones

Para ayudar a comprender las características de la presente invención, se describirá con más detalle un aparato de
45 enfriamiento para una matriz de estampación en caliente de acuerdo con las realizaciones de la invención preestablecida.

Para ayudar a comprender las realizaciones que se describirán, cabe señalar que a la hora de dar números de referencia a los elementos de cada dibujo, los números de referencia similares se refieren a elementos similares, aunque los elementos similares se muestren en dibujos diferentes.
50

Además, a la hora de describir la presente invención, las funciones o construcciones sobradamente conocidas no se describirán en detalle ya que pueden oscurecer innecesariamente la comprensión de la presente invención.

De aquí en adelante, la presente invención se describirá en detalle a través de realizaciones con referencia a los
55 dibujos adjuntos.

Las figuras 1 y 2 son respectivamente un diagrama esquemático y un diagrama de bloques esquemático que ilustran un aparato de enfriamiento para una matriz de estampación en caliente 10, de acuerdo con una realización de la
60 presente invención.

Con referencia a las figuras 1 y 2, el aparato de enfriamiento de acuerdo con la realización de la presente invención se proporciona para enfriar la matriz de estampación en caliente 10 para formar un objeto calentado, por ejemplo, una pieza en bruto o lámina de metal. El aparato de enfriamiento enfría la matriz de estampación en caliente 10, y la matriz de estampación en caliente 10 enfría el objeto calentado. En un ejemplo, la temperatura del objeto es de aproximadamente 900 °C cuando el objeto se coloca en la matriz de estampación en caliente 10. La temperatura del
65 objeto es de aproximadamente 200 °C cuando el objeto se extrae de la matriz de estampación en caliente 10

después del prensado.

5 El objeto se enfría de aproximadamente 900 °C a aproximadamente 200 °C durante un proceso de estampación en caliente, y el calor correspondiente a la diferencia de temperatura, es decir, 700 °C se transfiere a la matriz de estampación en caliente 10.

10 El agua es un medio de enfriamiento común para la matriz de estampación en caliente 10. Sin embargo, el aparato de enfriamiento para la matriz de estampación en caliente 10 de acuerdo con la realización enfría la matriz de estampación en caliente 10 usando un refrigerante químico en lugar de agua.

15 El refrigerante se suministra a un canal de enfriamiento (no mostrado) formado en la matriz de estampación en caliente 10 después de calentarlo o justo por debajo de la temperatura de evaporación del refrigerante. En algunos casos, el refrigerante puede calentarse a un estado en el que dos fases (líquido, gas) pueden coexistir y suministrarse al canal de enfriamiento. La matriz de estampación en caliente 10 se enfría usando calor latente del refrigerante. El refrigerante puede seleccionarse de materiales en los que las fases líquida y gaseosa pueden coexistir bajo las condiciones de temperatura y presión del canal de enfriamiento mientras se opera la matriz de estampación en caliente 10. Por ejemplo, el refrigerante puede seleccionarse de varios refrigerantes conocidos tales como R-134a, R-245fa, R-1234yf y R-1233zd, etc., o de refrigerantes que estén por desarrollar.

20 El aparato de enfriamiento de acuerdo con la realización se basa en el hecho de que usar la entalpía latente de un refrigerante es superior a usar la entalpía sensible del agua para el rendimiento o la capacidad de enfriamiento del aparato de enfriamiento. Si la temperatura en la entrada 11 del canal de enfriamiento y el caudal suministrado al canal de enfriamiento son iguales, el rendimiento del refrigerante que usa el calor latente es de 3 a 5 veces mejor que el del agua que usa calor sensible para el enfriamiento.

25 Si el agua se calienta de aproximadamente 40 °C a aproximadamente 50 °C mientras pasa a través del canal de enfriamiento de la matriz de estampación en caliente 10, la entalpía sensible que el agua puede recibir de la matriz de estampación en caliente 10 es de aproximadamente 42 kJ/kg. En comparación, las entalpías de vaporización de los refrigerantes R-134a, R-245fa y R-1234yf son de aproximadamente 163 kJ/kg, aproximadamente 181 kJ/kg y aproximadamente 132 kJ/kg a aproximadamente 40 °C, respectivamente. Los caudales de los refrigerantes utilizados para enfriar la matriz de estampación en caliente 10 y el consumo de energía de todo el sistema de enfriamiento se pueden reducir, dado que la entalpía de vaporización de los refrigerantes es tres veces mayor que la entalpía sensible del agua.

30 El aparato de enfriamiento para la matriz de estampación en caliente 10 incluye un depósito 100 para almacenar un refrigerante en un estado líquido, una línea de suministro de refrigerante 200 que conecta el depósito 100 y una entrada 11 de la entrada del canal de enfriamiento de la matriz de estampación en caliente 10, un regulador de flujo 110 para regular el caudal del refrigerante suministrado a la línea de suministro de refrigerante 200, una bomba 210 dispuesta en la línea de suministro de refrigerante 200 para hacer circular el refrigerante desde el depósito 100 a la matriz de estampación en caliente 10, un calentador 220 dispuesto en la línea de suministro de refrigerante 200 entre la bomba 210 y la matriz de estampación en caliente 10 para calentar el refrigerante, y una línea de descarga de refrigerante 300 que conecta una salida 12 del canal de enfriamiento y el depósito 100. El regulador de flujo 110 se proporciona en el depósito 100 o en la línea de suministro de refrigerante 200.

45 El aparato de enfriamiento incluye además un sensor de temperatura de refrigerante de entrada 230 provisto en la línea de suministro de refrigerante 200 para medir la temperatura de la entrada de refrigerante en el canal de enfriamiento de la matriz de estampación en caliente 10, un sensor de temperatura del refrigerante descargado 310 dispuesto en la línea de descarga de refrigerante 300 para medir la temperatura del refrigerante descargado desde el canal de enfriamiento de la matriz de estampación en caliente 10, y un controlador 400 que recibe datos de temperatura del sensor de temperatura del refrigerante de entrada 230 y el sensor de temperatura del refrigerante descargado 310 y controlar el calentador 220 y el regulador de flujo 110 en respuesta a las temperaturas medidas.

50 El regulador de flujo 110 controla el caudal del refrigerante desde el depósito 100 hasta la línea de suministro de refrigerante 200. La bomba 210 opera para suministrar el refrigerante hacia la matriz de estampación en caliente 10. Antes de suministrar el refrigerante al canal de enfriamiento, el refrigerante es calentado por el calentador 220. El refrigerante puede calentarse a una temperatura de evaporación, o simplemente a una temperatura en la que el refrigerante puede estar en un estado de coexistencia bifásica de una fase líquida y una fase gaseosa.

60 El canal de enfriamiento es una región donde se evapora el refrigerante. En el canal de enfriamiento, el refrigerante en estado líquido se transforma en gas. Aunque el refrigerante que pasa a través del canal de enfriamiento recibe calor de la matriz de estampación en caliente 10, la temperatura del refrigerante puede no aumentar. El refrigerante enfría la matriz de estampación en caliente 10 usando el calor latente del mismo. Un refrigerante líquido calentado a una temperatura de evaporación del mismo puede comenzar a evaporarse y mantener una temperatura casi constante hasta que todo el refrigerante líquido se transforme a su fase gaseosa, aunque la entalpía del refrigerante puede aumentar.

Como el refrigerante que pasa a través del canal de enfriamiento de la matriz de estampación en caliente 10 mantiene una temperatura casi constante, la matriz de estampación en caliente 10 puede enfriarse uniformemente.

5 El refrigerante que pasa a través del canal de enfriamiento se descarga en el depósito 100 a través de la línea de descarga de refrigerante 300. Se proporciona un intercambiador de calor 320 en la línea de descarga de refrigerante 300 para condensar el refrigerante completamente en estado líquido. El refrigerante se almacena en estado líquido en el depósito 100.

10 El intercambiador de calor 320 está dispuesto en la línea de descarga de refrigerante 300 e intercambia calor con el refrigerante de tal manera que el refrigerante descargado al depósito 100 se convierte en un líquido. Con este fin, se suministra un refrigerante para intercambiar calor con el refrigerante al intercambiador de calor 320 desde un enfriador 330.

15 El controlador 400 controla el calentador 200, el regulador de flujo 110 y el intercambiador de calor 320 para enfriar la matriz de estampación en caliente 10 usando el calor latente del refrigerante.

20 El controlador 400 recibe datos de temperatura del refrigerante que fluye hacia el canal de enfriamiento de la matriz de estampación en caliente 10 desde el sensor de temperatura de refrigerante de entrada 230 y controla el calentador 220 de modo que la temperatura del refrigerante que fluye hacia el canal de enfriamiento de la matriz de estampación en caliente 10 está en el intervalo de 97 % a 99,5 % de la temperatura de evaporación del refrigerante. En otras palabras, el refrigerante que se suministra al canal de enfriamiento puede calentarse justo por debajo de la temperatura de evaporación. Aunque no se muestra en los dibujos, para un control de temperatura más preciso, se puede proporcionar además un sensor de temperatura en el calentador 220 para medir la temperatura del refrigerante que fluye hacia el calentador 220.

25 En el caso de que el refrigerante se caliente a o justo por debajo de la temperatura de evaporación, la entalpía del refrigerante puede aumentar sin hacer que la temperatura del refrigerante cambie mientras el refrigerante fluye a lo largo del canal de enfriamiento de la matriz de estampación en caliente 10. Cuando el calentador 220 calienta en exceso el refrigerante, disminuye la capacidad de enfriamiento o el calor latente utilizable de evaporación del refrigerante.

30 Cuando el refrigerante se suministra a la matriz de estampación en caliente 10 en un estado de calentamiento superior a la temperatura de evaporación, el refrigerante puede descargarse de la matriz de estampación en caliente 10 en un estado de gas calentado en exceso debido a la energía térmica recibida desde la matriz de estampación en caliente 10. Si el refrigerante se descarga en el estado de gas calentado en exceso desde la matriz de estampación en caliente 10, el consumo de energía aumenta para enfriar el refrigerante a un estado líquido. Es más, como el calentador 220 también consume energía para calentar el refrigerante, el calentamiento excesivo por el calentador 220 no es ventajoso.

40 Cuando el refrigerante se calienta a o a más de la temperatura de vaporización del refrigerante, es difícil especificar la cantidad de entalpía que se puede utilizar para enfriar la matriz de estampación en caliente 10. Al suministrar el refrigerante calentado justo por debajo de la temperatura de evaporación a la matriz de estampación en caliente 10 y controlar el aparato de enfriamiento de modo que la temperatura del refrigerante descargado desde la matriz de estampación en caliente 10 llegue aproximadamente a la temperatura de evaporación del refrigerante, se puede reducir un desperdicio de energía y la matriz de estampación en caliente 10 se puede enfriar eficientemente.

50 Cuando una temperatura del refrigerante descargado desde el canal de enfriamiento de la matriz de estampación en caliente 10 es mayor que la temperatura de evaporación del refrigerante, el controlador 400 controla el regulador de flujo 110 para aumentar el caudal del refrigerante. El hecho de que el refrigerante se descargue desde el canal de enfriamiento en un estado de gas calentado en exceso en el que la temperatura del mismo es mayor que la temperatura de evaporación del mismo puede significar que el refrigerante recibió más energía térmica que la entalpía de vaporización del refrigerante de la matriz de estampación en caliente 10. Por consiguiente, el controlador 400 controla el regulador de flujo 110 para aumentar el caudal del refrigerante de tal manera que el refrigerante que se descarga de la matriz de estampación en caliente 10 mantiene la temperatura de evaporación del mismo.

55 El caudal del refrigerante puede ser igual o mayor que un caudal mínimo establecido para corresponderse con un tamaño del objeto que se ha de formar a presión por la matriz de estampación en caliente 10, una temperatura objetivo del objeto después del prensado y un tiempo de proceso. El caudal mínimo del refrigerante es un caudal mínimo del refrigerante, que debe suministrarse a la matriz de estampación en caliente 10 para enfriar el objeto a la temperatura objetivo. El caudal mínimo puede obtenerse calculando un caudal del refrigerante durante el tiempo del proceso para absorber la energía térmica que se transfiere a la matriz de estampación en caliente 10 desde el objeto durante una carrera de estampado. El tiempo de proceso puede incluir el tiempo requerido para formar y reemplazar el objeto.

65 El caudal mínimo se puede establecer mediante la siguiente ecuación:

$$\dot{m}_{\min} = \frac{A \cdot D \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T}{(t_1 + t_2)} \cdot \frac{1}{h_{fg}}$$

5 En la ecuación, \dot{m}_{\min} es un caudal mínimo [kg/s], A es un área [m²] del objeto, D es un grosor [m] del objeto, ρ es la densidad del objeto, C_p es el calor específico [kJ/kg °C] del objeto, ΔT es una diferencia entre una temperatura inicial y una temperatura final del objeto, t_1 es una cantidad de tiempo requerida para formar el objeto, t_2 es una cantidad de tiempo requerida para reemplazar el objeto, h_{fg} es la entalpía latente [kJ/kg] del refrigerante.

Si se usa el refrigerante o se cambia el tamaño del objeto, el controlador 400 recalcula el caudal mínimo utilizando la ecuación y controla el regulador de flujo 110 para suministrar el refrigerante al caudal mínimo calculado o más.

10 Cuando la temperatura del refrigerante que fluye hacia el intercambiador de calor 320 es igual a la temperatura de evaporación del refrigerante, el controlador 400 puede controlar el intercambiador de calor 320 para operar. Cuando la temperatura del refrigerante que fluye hacia el intercambiador de calor 320 es inferior a la temperatura de evaporación del refrigerante, el controlador 400 puede controlar el intercambiador de calor 320 para que no opere. Aunque no se muestra en los dibujos, se puede proporcionar además un sensor de temperatura en el intercambiador de calor 320 para medir la temperatura del refrigerante.

15 La temperatura del refrigerante descargado de la matriz de estampación en caliente puede enfriarse mientras pasa a través de la línea de descarga de refrigerante 300. Cuando la temperatura del refrigerante que fluye hacia el intercambiador de calor 320 es inferior a la temperatura de evaporación del mismo, el refrigerante puede ser líquido. En este caso, para minimizar el consumo de energía, el intercambiador de calor 320 puede no operarse.

20 Una primera válvula 240 y una segunda válvula 340 se proporcionan respectivamente en la línea de suministro de refrigerante 200 y la línea de descarga de refrigerante 300 para abrir/cerrar su paso. La primera válvula 240 y la segunda válvula 340 pueden hacer que sea conveniente reemplazar la matriz de estampación en caliente 10. Cuando se reemplaza la matriz de estampación en caliente 10, la primera válvula 240 y la segunda válvula 340 operan para cerrar la línea de suministro de refrigerante 200 y la línea de descarga de refrigerante 300 y, luego, la línea de suministro de refrigerante 200 y la línea de descarga de refrigerante 300 se separan de la matriz de estampación en caliente 10. Solo se descarga el refrigerante que queda en la línea de suministro de refrigerante 200 entre la matriz de estampación en caliente 10 y la primera válvula 240 y que queda en la línea de descarga de refrigerante 300 entre la matriz de estampación en caliente 10 y la segunda válvula 340, lo que hace posible minimizar el desperdicio de refrigerante mientras se reemplaza o repara la matriz de estampación en caliente 10.

30 El aparato de enfriamiento de acuerdo con la realización puede usarse para enfriar la matriz de estampación en caliente 10 junto con un aparato de enfriamiento que usa agua. Como un ejemplo, se usa un aparato de enfriamiento de agua para enfriar toda la matriz 10 y un aparato de enfriamiento de acuerdo con la realización para enfriar una porción local de la matriz 10 donde se requiere enfriamiento adicional. En tal caso, el intercambiador de calor 320 de acuerdo con la realización está conectado al aparato de enfriamiento de agua. Por ejemplo, se usa una unidad de suministro de agua del aparato de enfriamiento de agua para el enfriador 330 de acuerdo con la realización.

40 Si bien la invención se ha mostrado y descrito con referencia a realizaciones ejemplares predeterminadas de la misma, los expertos en la materia entenderán que se pueden realizar diversos cambios en la forma y los detalles sin alejarse del alcance de la invención tal y como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de enfriamiento para una matriz de estampación en caliente (10) que tiene un canal de enfriamiento provisto en el mismo, comprendiendo el aparato de enfriamiento:

5 un depósito (100) que almacena un refrigerante en un estado líquido;
 una línea de suministro de refrigerante (200) que conecta el depósito (100) y una entrada del canal de enfriamiento;
 una línea de descarga de refrigerante (300) que conecta una salida del canal de enfriamiento y el depósito (100);
 un calentador (220) provisto en la línea de suministro de refrigerante (200) para calentar el refrigerante; y una bomba (210) provista en la línea de suministro de refrigerante (200) para hacer circular el refrigerante desde el depósito (100) hasta el canal de enfriamiento de la matriz de estampación en caliente (10),
 10 en donde el aparato de enfriamiento comprende además,
 un regulador de flujo (110) provisto en el depósito (100) o en la línea de suministro de refrigerante (200) para regular el caudal del refrigerante suministrado a la entrada (11) del canal de enfriamiento;
 un sensor de temperatura del refrigerante de entrada (230) provisto en la línea de suministro de refrigerante (200) o en la entrada (11) del canal de enfriamiento para medir una temperatura del refrigerante suministrado a la matriz de estampación en caliente (10);
 15 un sensor de temperatura del refrigerante descargado (310) provisto en la línea de descarga de refrigerante (300) o en la salida (12) del canal de enfriamiento para medir una temperatura del refrigerante descargado desde la matriz de estampación en caliente (10);
 un controlador (400) que recibe datos de temperatura del sensor de temperatura del refrigerante de entrada (230) y el sensor de temperatura del refrigerante descargado (310) y que controla el calentador (220) y el regulador de flujo (110) en respuesta a los datos de temperatura recibidos;
 un intercambiador de calor (320) provisto en la línea de descarga de refrigerante (300) para enfriar el refrigerante de modo que el refrigerante en estado líquido se suministre al depósito (100);
 20 una primera válvula (240) provista entre la entrada (11) del canal de enfriamiento y la bomba (210) para cerrar un paso de la línea de suministro de refrigerante (200) para separar la línea de suministro de refrigerante (200) de la matriz de estampación en caliente (10); y
 una segunda válvula (340) provista entre la salida (12) del canal de enfriamiento y el intercambiador de calor (320) para cerrar un paso de la línea de descarga de refrigerante (300) para separar la línea de descarga de refrigerante (300) de la matriz de estampación en caliente (10),
 30 en donde el controlador (400) está configurado para controlar el calentador (220) de modo que una temperatura del refrigerante que fluye hacia el canal de enfriamiento de la matriz de estampación en caliente esté en el intervalo de 97 % a 99,5 % de una temperatura de evaporación del refrigerante; y
 el regulador de flujo (110) para aumentar el caudal del refrigerante suministrado al canal de enfriamiento de la matriz de estampación en caliente (10) cuando la temperatura del refrigerante descargado desde el canal de enfriamiento es mayor que la temperatura de evaporación del refrigerante, y
 el aparato de enfriamiento comprende además un aparato de enfriamiento de agua que tiene una unidad de suministro de agua para suministrar agua a un enfriador (330) para enfriar la matriz de estampación en caliente (10),
 40 estando conectada la unidad de suministro de agua al intercambiador de calor (320) de modo que el intercambiador de calor (320) se enfría utilizando el agua de la unidad de suministro de agua a través del enfriador (330).

2. El aparato de enfriamiento según la reivindicación 1, en donde el controlador (400) está configurado para controlar el regulador de flujo (110) para suministrar el refrigerante al canal de enfriamiento a un caudal igual o mayor que un caudal mínimo establecido para corresponderse con el tamaño de un objeto que se ha de formar en la matriz de estampación en caliente (10), una temperatura objetivo del objeto después de la formación y un tiempo de proceso.

3. El aparato de enfriamiento según la reivindicación 2, en donde el caudal mínimo se establece en base a la siguiente ecuación:

50

$$\dot{m}_{min} = \frac{A \cdot D \cdot p \cdot C_p \cdot \Delta T}{(t_1 + t_2)} \cdot \frac{1}{h_{fg}}$$

en donde \dot{m}_{min} es el caudal mínimo [kg/s], A es un área [m²] del objeto, D es un grosor [m] del objeto, p es la densidad del objeto, Cp es el calor específico [kJ/kg °C] del objeto, ΔT es una diferencia entre una temperatura inicial y una temperatura final del objeto, t₁ es una cantidad de tiempo requerida para formar el objeto, t₂ es una cantidad de tiempo requerida para reemplazar el objeto, y h_{fg} es la entalpía latente [kJ/kg] del refrigerante.

55

FIG. 1

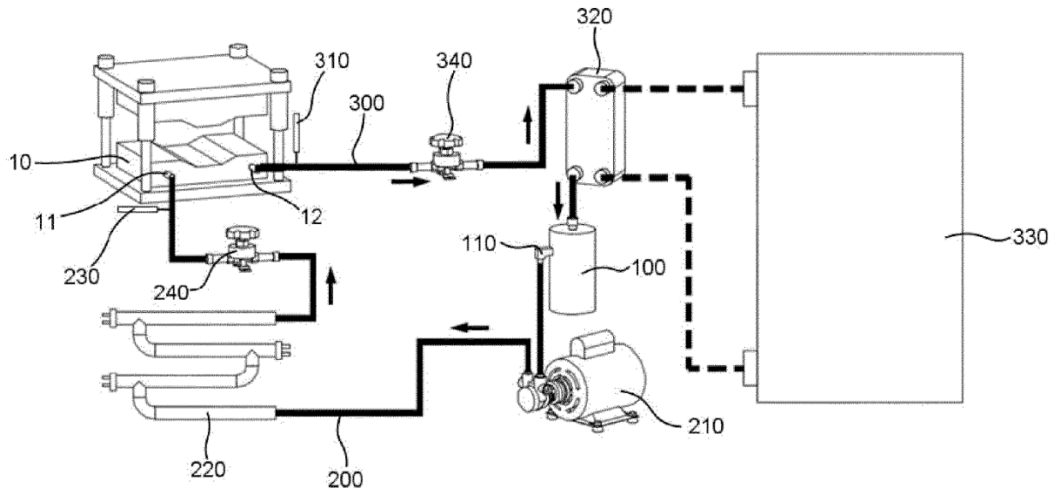


FIG. 2

