

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 593 314**

51 Int. Cl.:

B21D 22/20 (2006.01)

B21D 24/00 (2006.01)

B21D 37/16 (2006.01)

B30B 15/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.09.2004 PCT/JP2004/014174**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.04.2005 WO05032740**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2004 E 04788241 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016 EP 1671715**

54 Título: **Aparato y método de conformado por prensado en caliente de un material de chapa metálica**

30 Prioridad:

02.10.2003 JP 2003344309

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

07.12.2016

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

**KURISU, YASUSHI;
SHIA, YOSHIAKI;
YAMAMURA, KAZUTO;
ISHIMORI, YUUICHI;
MITAKE, HIROYUKI;
SHIMA, TETSUO;
FUKUCHI, HIROSHI y
YAMASAKI, NORIMASA**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 593 314 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 y método de conformado por prensado en caliente de un material de chapa metálica

- 5 La presente invención se refiere a un aparato de conformado por prensado en caliente de un material de chapa metálica y a un método de conformado por prensado en caliente para calentar un material de chapa metálica y para enfriar rápida y uniformemente el material conformado durante y/o después del conformado por prensado en caliente.
- 10 El conformado por prensado de un material de chapa metálica es el método de trabajo más común que es ampliamente conocido en la fabricación de automóviles, maquinaria, equipo eléctrico, equipo de transporte y similares debido a su elevada productividad y alta capacidad para trabajar con alta precisión. En los últimos años, el aumento en la resistencia de las chapas de acero, por ejemplo, como material para piezas de automóviles ha avanzado en términos de reducción en el peso de las piezas y, en el conformado por prensado de una chapa de
- 15 acero de alta resistencia a la tracción, se pone de manifiesto el problema de que se produzcan retracción, pliegues y similares, que tienden a provocar formas defectuosas. Por otro lado, el aumento en la resistencia del material de chapa metálica causa el aumento en la presión de una superficie de contacto con un molde en el momento del conformado por prensado, lo que da lugar al problema de que la fuerza de fricción entre el molde y el material de chapa metálica supera la carga soportada de un aceite lubricante provocando de este modo una superficie defectuosa debido a defectos superficiales causados por la matriz o similares y daño al molde y, por consiguiente, se reduce la productividad.
- 20 En lo que se refiere a estos problemas, para prevenir la aparición de defectos de conformado tales como grietas, pliegues y defectos superficiales del material de chapa metálica después del conformado por prensado, se propone el método de formar varios huecos en parte o en la totalidad de la superficie del molde y confinar el aceite lubricante entre la superficie del molde y el material de chapa metálica para mejorar de este modo una propiedad de deslizamiento como se describe, por ejemplo, en el documento JP-06-210370 A). Sin embargo, este método adolece del problema de que si la fuerza de fricción aumenta debido al aumento en la resistencia del material de chapa metálica, no puede obtenerse un efecto lubricante suficiente.
- 25 Por otro lado, es suficientemente conocido que cuando se conforma un material de chapa metálica con una baja capacidad de conformado por prensado, es efectivo un método de conformado por prensado en caliente que consiste en calentar el material de chapa metálica y prensarlo a una elevada temperatura. En este conformado por prensado en caliente, se considera importante enfriar el material de chapa metálica después del conformado en términos de productividad, y se propone un método de enfriamiento con un refrigerante después del conformado por prensado a una temperatura elevada como se describe, por ejemplo, en los documentos JP-07-47431 A y JP-2002-282951 A).
- 30 Sin embargo, el método propuesto en el documento JP-07-47431 A está diseñado para suministrar aire desde una salida de aire dispuesta en una porción periférica de un punzón de un molde de la prensa caliente y llevar a cabo el enfriamiento con el aire con baja capacidad calorífica y conductividad térmica como medio, y tiene la dificultad del cambio de aire con el aire existente en el hueco entre el molde y el material de chapa metálica, por lo que tiene el problema de que el enfriamiento es de una baja eficiencia. Además, el método propuesto en el documento JP-2002-282951 A está diseñado para definir un hueco entre el molde y el material de chapa metálica, disponer ranuras de
- 35 introducción de refrigerante en una superficie de conformado del molde que contacta con el material de chapa metálica, y aumentar la velocidad de enfriamiento usando el refrigerante. Sin embargo, cuando el refrigerante fluye hacia las ranuras de introducción de refrigerante, la temperatura en el lado de salida es mayor que en el lado de entrada, y el refrigerante fluye con más dificultad a lo largo de las ranuras debido a la deformación del material de chapa metálica en el momento del conformado, lo que hace que resulte difícil un enfriamiento uniforme. Además, existe el problema de que tiende a producirse transferencia de la forma de la ranura continua al material de chapa metálica conformado.
- 40 El documento JP-A-2002-28295 describe un aparato de conformado de chapa metálica en caliente, en el cual está provista una tubería de suministro para un medio de enfriamiento en una matriz de conformado y se proveen orificios de expulsión en la superficie de la matriz de conformado.
- 45 El documento JP-A-2003-010928 describe una matriz de conformado por prensado en el cual el aceite lubricante se suministra a través de un metal poroso provisto en la parte predeterminada del punzón o de la matriz (parte de la cabeza, parte del reborde).
- 50 El documento SU-A-716698 describe una herramienta de conformado de metal caliente en el cual un medio de enfriamiento es relleno dentro de la matriz de conformado y el material de trabajo es enfriado indirectamente mediante la transferencia de calor.
- 55 El documento SU-A-935166 describe una matriz de conformado con extinción simultánea para la fabricación de metal en láminas.

El documento US 3705509 describe una matriz de forjado en caliente por conducción de fluido, en el que toda la matriz inferior está hecha de un material poroso en el caso de una matriz de forjado en caliente corriente obligatoria, y en el caso de una matriz de forjado en caliente por conducción de fluido pesado obligatoria, la matriz inferior está hecha de un material sólido con una densidad aproximada del 100% y está provista de unos pasadizos o canales alargados de conducción de fluido de un minuto que se extienden desde su superficie externa hasta su cavidad de matriz a través de su cuerpo.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de conformado por prensado en caliente de un material de chapa metálica y un método de conformado por prensado en caliente que hace esto posible para, en un aparato de conformado por prensado en caliente para calentar y conformar un material de chapa metálica, acelerar el enfriamiento de un molde y una pieza conformada con el fin de obtener un producto prensado de excelente resistencia y exactitud dimensional en un corto período de tiempo y además suprimir la acumulación de calor en el molde para mejorar la productividad del producto prensado.

La presente invención se ha llevado a cabo basándose en hallazgos obtenidos interpretando las propiedades de deslizamiento y el fenómeno de transferencia térmica entre el material de chapa metálica y el molde en el conformado por prensado en caliente y examinando con detalle el comportamiento durante el enfriamiento del material de chapa metálica por un medio de enfriamiento, y su resumen es como sigue.

El objeto anterior puede conseguirse por las características definidas en las reivindicaciones.

La invención se describe con detalle en combinación con los dibujos, en los que:

- Figura 1A es una vista en sección que muestra un ejemplo de un molde provisto de orificios de expulsión y tubería de suministro para un medio de enfriamiento;
- Figura 1B es una vista en perspectiva del ejemplo del molde de la Figura 1A;
- Figura 2A es una vista en sección que muestra un ejemplo de un molde provisto de orificios de expulsión, tubería de suministro, orificios de descarga y tubería de descarga para un medio de enfriamiento;
- Figura 2B es una vista en perspectiva del ejemplo del molde de la Figura 2A;
- Figura 3A es una vista en sección que muestra un ejemplo de un molde provisto de orificios de expulsión, tubería de suministro y tubería de enfriamiento para un medio de enfriamiento;
- Figura 3B es una vista en perspectiva del ejemplo del molde de la Figura 3A;
- Figura 4 es una vista esquemática que muestra parte de la superficie de un molde de acuerdo con la presente invención provisto de orificios de expulsión, orificios de descarga y salientes;
- Figura 5A es una vista esquemática que muestra parte de una sección de un ejemplo del molde de acuerdo con la presente invención provisto de los orificios de expulsión, los orificios de descarga y los salientes; y
- Figura 5B es una vista esquemática que muestra otro ejemplo del molde de la Figura 5A.

La presente invención está diseñada de modo tal que en un método de conformado por prensado en caliente de un material de chapa metálica que comprende calentar un material de chapa metálica hasta una temperatura predeterminada (por ejemplo, de 700° C a 1000° C) por un horno de calentamiento eléctrico o un dispositivo de calentamiento mediante calentamiento por inducción, calentamiento por corriente eléctrica, o similar, dejar el material de chapa metálica a alta temperatura en un molde de un aparato de conformado por prensado, prensar el material de chapa metálica por superficies de conformado del molde, es decir, superficies de contacto de punzón y matriz opuestas, y mantener el molde en un punto muerto inferior, un medio de enfriamiento es expulsado desde el molde durante y/o después del conformado para enfriar de forma forzada una pieza conformada y el molde.

Los ejemplos de moldes de la presente invención mostrados en las Figura 1 a Figura 3 se describirán con detalle a continuación.

Las Figuras 1A y 1B muestran esquemáticamente un aspecto en el que están provistos orificios de expulsión 4 y tuberías de suministro 6 para el medio de enfriamiento en la matriz 2 que es un molde inferior, y las tuberías de suministro 6 para el medio de enfriamiento provistas en la matriz 2 y un portamatriz 2' están conectadas por pernos mediante juntas tóricas 11. En la Figura 1A, está provista una junta tórica de caucho como mecanismo de sellado 12 que previene el escape del medio de enfriamiento en la periferia de la matriz 2. Las Figuras 1A y 1B muestran el ejemplo en el que los orificios de expulsión 4 para el medio de enfriamiento están provistos en una porción de pared vertical de la matriz, pero aquellos pueden estar provistos en una porción inferior o pueden estar provistos en la porción de pared vertical y en la porción inferior.

Las Figuras 2A y 2B muestran esquemáticamente un ejemplo en el que los orificios de expulsión 4 y los orificios de descarga 5 para el medio de enfriamiento están provistos en un punzón 3 que es un molde superior, la tubería de suministro 6 para el medio de enfriamiento está provista en un portapunzón 3', y la tubería de descarga 7 para el medio de enfriamiento está provista en un núcleo 3'' y el portapunzón 3'. En las Figuras 2A y 2B, la tubería de suministro 6 para el medio de enfriamiento está formada por el núcleo 3'' provisto en el interior del punzón 3. La tubería de descarga 7 provista en el portapunzón 3' y el núcleo 3'', y la tubería de suministro 6 para el medio de

enfriamiento en el portapunzón 3' y el punzón 3 están conectados, respectivamente, por pernos a través de juntas tóricas 11. Como en la Figura 1, la junta tórica de caucho como mecanismo de sellado 12 para el medio de enfriamiento está provista en la periferia de la matriz inferior 2.

5 En el orificio de expulsión 4 en las Figuras 2A y 2B está provista una válvula de expulsión 9 con un mecanismo de resorte, y cierra una salida de la tubería de suministro 6 para el medio de enfriamiento, por ejemplo, cuando el punzón alcanza el punto muerto inferior en el momento del prensado, y cuando la presión interna del medio de enfriamiento se reduce, la válvula de expulsión 9 se abre y el medio de enfriamiento es expulsado desde el orificio de expulsión 4 a la superficie del molde. El medio de enfriamiento expulsado es descargado desde la tubería de descarga 7 a través de un cilindro intermedio 10 que atraviesa la tubería de suministro 6 desde un orificio de descarga 5. Por cierto, las Figuras 2A y 2B muestran un ejemplo en el que los orificios de expulsión 4 y los orificios de descarga 5 para el medio de enfriamiento están provistos en una porción de pared vertical del punzón, pero aquellos pueden estar provistos en una porción inferior o pueden estar provistos en la porción de pared vertical y la porción inferior.

15 La Figura 3 muestra un ejemplo en el que la tubería de enfriamiento 8 está provista adicionalmente en la matriz 2 provista de los orificios de expulsión 4 y la tubería de suministro 6 para el medio de enfriamiento mostrado en la Figura 1. El molde es enfriado mediante la tubería de suministro 6 por el medio de enfriamiento, pero disponiendo adicionalmente la tubería de enfriamiento 8, se acelera el enfriamiento del molde. La tubería de enfriamiento 8 también es eficaz para acelerar el enfriamiento del molde provisto de la tubería de enfriamiento 6 y la tubería de descarga 7 para el medio de enfriamiento mostrado en la Figura 2. Por otro lado, disponiendo la tubería de enfriamiento 8, por ejemplo, es posible suprimir un aumento de temperatura del molde cuando se lleva a cabo el conformado por presión hasta es alcanzado que el punto muerto inferior sin que suministre medio de enfriamiento a la tubería de enfriamiento 6.

20 Las Figuras 1 a 3 muestran cada una el ejemplo en el que los orificios de expulsión 4, tubería de suministro 6, orificios de descarga 5, tubería de descarga 7 y tubería de enfriamiento 8 para el medio de enfriamiento están provistos en cualquiera del punzón 3 y de la matriz 2, aunque estos pueden estar provistos tanto en el punzón 3 como en la matriz 2. Por otro lado, es necesario disponer al menos los orificios de expulsión 2 y la tubería de suministro 6 para el medio de enfriamiento. En este caso, es posible expulsar de forma continua el medio de enfriamiento desde los orificios de expulsión mientras que se continúa suministrando el medio de enfriamiento a la tubería de suministro 6, y también es posible descargar el medio de enfriamiento si el suministro del medio de enfriamiento a la tubería de suministro 6 se detiene para llevar la presión interna hasta una presión negativa. Por consiguiente, dependiendo del tamaño y de la forma del molde, se puede seleccionar de forma apropiada si los orificios de expulsión 4 y la tubería de suministro 6 se usan para descargar el medio de enfriamiento o se disponen orificios de descarga 5 y tubería de descarga 7 independientes.

25 Cuando las formas del orificio de expulsión 4 y el orificio de descarga 5 son circulares, no puede obtenerse un suministro suficiente de líquido debido a la pérdida de carga si su diámetro es menor de 100 μm , por lo que es deseable que el límite inferior del diámetro sea igual o superior a 100 μm . Por otro lado, si el diámetro del orificio de expulsión 4 y el orificio de descarga 5 es mayor de 100 mm, las formas de los mismos se transfieren a material de chapa metálica, por lo que es deseable que el límite superior del diámetro sea igual o inferior a 100 mm. Por cierto, cuando las formas del orificio de expulsión 4 y del orificio de descarga 5 son rectangulares o elípticas y cuando el orificio de expulsión 4 y el orificio de descarga 5 tienen formas no determinadas tales como orificios de metal poroso, es necesario que el área de un trayecto de flujo sea igual al de un círculo con un diámetro entre 100 μm y 10 mm. Cuando el espaciado de los orificios de expulsión 4 y los orificios de descarga 5, es decir, la distancia entre orificios de expulsión 4 adyacentes cuando se han provisto orificios de expulsión 4, o la distancia entre los orificios de expulsión 4 adyacentes u orificios de descarga 5 adyacentes cuando se han provisto tanto orificios de expulsión 4 como orificios de descarga 5, es menor que 100 μm , aumenta el número de orificios, dando lugar a un aumento en el coste del molde. Por otro lado, si el espaciado de los orificios de expulsión 4 y los orificios de descarga 5 es mayor de 1000 mm, la capacidad de enfriamiento a veces resulta insuficiente. Por consiguiente, es deseable que el espaciado de los orificios de expulsión 4 y los orificios de descarga 5 varíe entre 100 μm y 1000 mm.

30 Es deseable que como material para el molde se use acero para matrices para el trabajo en caliente en términos de resistencia al calor. Cuando está provista tubería de enfriamiento tanto en el punzón como en la matriz, se puede usar acero para matrices para el trabajo en frío que tenga una elevada conductividad térmica y sea resistente a la acumulación de calor. Los orificios de expulsión, los orificios de descarga y la tubería de enfriamiento pueden ser practicados por perforación mecánica por medio de un taladro o perforando mediante mecanizado por descarga eléctrica.

35 De acuerdo con la presente invención, en lugar de perforar los orificios de expulsión y los orificios de descarga para el medio de enfriamiento en el molde, la tubería de suministro para el medio de enfriamiento está conectado al metal poroso que tiene poros que penetran desde dentro del medio hasta la superficie exterior. En este caso, es deseable utilizar metal poroso con pluralidad de orificios con un diámetro de entre 100 μm y 1 mm y un espaciado entre 100 μm y 10mm que penetran en la dirección de grosor. Por ejemplo, si en un punzón que tiene una estructura tal

como se muestra en la Figura 2, el acero de la matriz se utiliza para el núcleo 3'' y el metal poroso se utiliza para el punzón 3, el punzón teniendo los orificios 4 de expulsión y los orificios 5 de descarga adecuados con un espaciado pequeño pueden ser fabricados. Dicho metal poroso puede ser fabricado mediante polvo de sinterización después de conformado o mediante solidificación unidireccional para hacer la dirección de una estructura de solidificación fijada mediante el control de temperaturas después de fundir el metal. Por cierto, también es posible fabricar el punzón 3 entero a partir del metal poroso, o también es posible proporcionar orificios en porciones que corresponden a los orificios 4 de expulsión y a los orificios 5 de descarga para el medio de enfriamiento en las Figuras 2A y 2B mediante mecanizado y unión del metal poroso en los agujeros mediante ajuste por contracción o similar.

Además, proporcionando salientes 13 sobre la superficie de conformado del molde, puede reducirse el área de contacto entre el molde y el material de chapa metálica, y por ello, puede suprimirse la aparición de defectos superficiales causados por la matriz. Además, puesto que el área de contacto entre el molde, es decir, la matriz 2 o el punzón 3 y el material de chapa metálica 1 se reduce por estos salientes 13, puede suprimirse el sobrenfriamiento del material de chapa metálica 1 debido a la transferencia de calor al molde durante el conformado por presión. Cuando el medio de enfriamiento es expulsado en el punto muerto inferior, resulta más fácil hacer circular el medio de enfriamiento a través de los huecos entre los salientes 13 y el material de chapa metálica 1, lo cual posibilita el aumento de la eficiencia de enfriamiento del molde y el material de chapa metálica 1.

En las Figuras 4 y 5 se muestra, respectivamente, una vista esquemática y vistas en sección de la superficie de parte del molde provisto de los salientes 13 sobre su superficie de conformado. Los salientes 13 mostrados en las Figuras 4 y 5 como ejemplo son cilindros circulares que están dispuestos a intervalos predeterminados sobre la superficie de conformado del molde, pero es deseable que la forma de sus secciones horizontales sea cualquiera de una forma circular, una forma poligonal y una forma en estrella, y que la forma de su sección vertical sea rectangular o trapezoidal. Estas también pueden ser semiesféricas. Por cierto, es deseable que estén provistos varios salientes 13 del molde sobre la superficie de conformado, y los salientes 13 pueden estar provistos sobre parte de la superficie de conformado o pueden estar provistos sobre la totalidad de la superficie. Además, estos pueden estar provistos sobre cualquiera o ambos del punzón y la matriz.

Por cierto, como se muestra en la Figura 5A, los salientes 13 del molde pueden estar provistos como tales sobre la superficie de la superficie de conformado, aunque, dependiendo de las condiciones de conformado, a veces se transfieren marcas de los salientes 13 a la pieza conformada. Para evitar esto, se recomienda retirar solo la periferia de los salientes 13 como se muestra en la Figura 5B. Además, también es posible retirar porciones cuando los salientes 13 están provistos hasta una profundidad igual a la altura del saliente 13 y proporcionar los salientes 13.

Es deseable que la altura de los salientes 13 sobre la superficie de conformado del molde varía de 5 μm a 1 mm. Esto se debe a que si la altura de los salientes 13 es menor de 5 μm , el hueco entre el molde y el material de chapa metálica 1 es demasiado pequeño, de modo que resulta difícil hacer circular líquido entre el molde y el material de chapa metálica 1, y si la altura es mayor de 1 mm, el hueco es demasiado grande, de modo que se reduce la velocidad de enfriamiento por conductividad térmica del líquido.

Es deseable que la proporción del área de los salientes 13 sobre la superficie de conformado del molde varía de 1 % a 90 %. Esto se debe a que si la proporción del área de los salientes 13 es menor de 1 %, las formas de los salientes sobre la superficie del molde tienden a ser transferidas al material de chapa metálica, y si es mayor de 90 %, el hueco entre los salientes es estrecho, por lo que la pérdida de carga se incrementa y el líquido no puede ser rellenado ni fluir, lo cual causa una ligera reducción en la eficiencia de enfriamiento.

Es deseable que el diámetro del saliente cuando la forma de la sección horizontal del saliente sobre la superficie de conformado del molde es circular o el diámetro de una circunferencia del saliente cuando su forma es poligonal o en estrella varía de 10 μm a 5 mm. Esto se debe a que si el diámetro del saliente o el diámetro de la circunferencia es menor de 10 μm , el saliente se desgasta rápidamente y no puede producir un efecto durante un período prolongado, y si el diámetro del mismo es mayor de 5 mm, no se puede conseguir un enfriamiento uniforme.

Los salientes sobre la superficie de conformado del molde se pueden formar por mecanizado electroquímico, ataque químico, mecanizado por descarga eléctrica o un método de revestimiento electrolítico. El ataque químico se puede llevar a cabo de la siguiente forma. En primer lugar, después de aplicar una resina fotosensible que se cura por luz visible sobre la superficie del molde y secar, se irradia luz visible para curar una porción irradiada mientras que la superficie se cubre con una máscara para impedir el paso de la luz visible. A continuación, se retira la resina, salvo la porción curada, por medio de un disolvente orgánico. Por ejemplo, se recomienda llevar a cabo el ataque químico sumergiendo la superficie del molde en una solución de ataque químico tal como solución de cloruro de sodio durante un minuto a treinta minutos. El diámetro o el espaciado de los salientes se pueden seleccionar de forma apropiada dependiendo de la forma de la máscara para impedir el paso de la luz visible, y la altura de los salientes se puede ajustar de forma apropiada dependiendo del tiempo de ataque químico.

El texturado por descarga eléctrica es un método de procesado en el que un electrodo de cobre provisto de rehundidos, cada uno con una forma invertida del saliente deseado como patrón de superficie es colocado enfrente del molde y se hace pasar una corriente continua pulsada mientras se cambian su valor máximo de corriente y la

anchura del pulso. El valor deseable de corriente varía de 2 A a 100 A y la anchura del pulso varía de 2 μ s a 1000 μ s, y es necesario ajustarlas de forma apropiada de acuerdo con el material del molde y la forma deseada de los salientes.

5 En el caso del método de revestimiento electrolítico, con el fin de que el diámetro del saliente semiesférico se ajuste a 10 μ m o más, es deseable que el grosor del revestimiento electrolítico sea de 10 μ m o mayor, y que el límite superior del mismo sea de 80 μ m o menor para evitar la exfoliación. Después del desengrasado alcalino y ataque químico electrolítico del molde como un ánodo en un baño electrolítico, se puede formar una capa de revestimiento electrolítico a una temperatura de baño y densidad de corriente predeterminadas. Por cierto, se puede proporcionar
10 una capa de revestimiento electrolítico con un grosor de 10 μ m a 80 μ m bajo condiciones de una densidad de corriente de aproximadamente entre 1 A/dm² y 200 A/dm² y una temperatura del baño de aproximadamente entre 30° C y 60° C en un baño electrolítico de cromo en el caso de revestimiento electrolítico de cromo, y bajo condiciones de una densidad de corriente de aproximadamente entre 1 A/dm² y 100 A/dm² y una temperatura del baño de aproximadamente entre 30° C y 60° C en un baño electrolítico de NiW en el caso de revestimiento electrolítico de NiW. Por cierto, con el fin de formar una capa de revestimiento electrolítico que tenga una forma de saliente semiesférico, por ejemplo, se requiere llevar a cabo el revestimiento electrolítico a una densidad de corriente fija después de que la densidad de corriente se ha incrementado de forma gradual.

20 Por otro lado, es deseable que los orificios de expulsión 4, los orificios de descarga 5 y los salientes 13 estén provistos cada uno en una porción en la que el coeficiente de transmisión de calor entre el molde y el material de chapa metálica sea igual o inferior a 2000 W/m²K. Por ejemplo, llevando a cabo el conformado por prensado en caliente mientras que se miden las temperaturas del molde y el material de chapa metálica usando un termopar, un termómetro de radiación, o similar antes de que se proporcionen cada uno de los orificios de expulsión 4, los orificios de descarga 5 y los salientes 13, la porción en la que el coeficiente de transmisión de calor entre el molde y el
25 material de chapa metálica es igual o inferior a 2000 W/m²K pueden trabajarse a partir de cambios de temperatura del molde y el material de chapa metálica. También es posible calcular el comportamiento de deformación y la magnitud del hueco entre el molde y el material de chapa metálica por FEM y determinar la porción en la que el coeficiente de transmisión de calor es igual o inferior a 2000 W/m²K. Por consiguiente, es posible expulsar el medio de enfriamiento a una porción que requiera acelerar el enfriamiento y potenciar el enfriamiento, lo cual permite un
30 enfriamiento uniforme y reducciones en el coste de fabricación y en el coste de enfriamiento del molde.

Un método de conformado por prensado en caliente de la presente invención está diseñado para potenciar el enfriamiento expulsando el medio de enfriamiento hacia el hueco entre el molde y el material de chapa metálica durante y/o después del conformado por prensado. Por ejemplo, cuando el material de chapa metálica 1 se conforma por prensado usando el aparato de conformado por prensado en caliente mostrado en las Figuras 1 y 3, el medio de enfriamiento es suministrado desde la tubería de suministro 6 y es expulsado hacia el hueco entre el molde y el material de chapa metálica 1 desde los orificios de expulsión 4 mientras que el punzón 3 baja hasta y, es
35 mantenido en el punto muerto inferior. En este caso, si la presión interna en la tubería de suministro 6 se lleva hasta una presión negativa, el medio de enfriamiento puede ser descargado desde los orificios de expulsión 4 y, por ello, si la expulsión y descarga del medio de enfriamiento se repiten de forma intermitente, aumenta el efecto de enfriamiento. De forma similar, también en el caso del aparato de conformado por prensado en caliente provisto de los orificios de descarga 5 y de la tubería de descarga 7 mostrados en la Figura 2, el medio de enfriamiento puede ser descargado desde los orificios de expulsión 4.

45 Por cierto, cuando se prevé una ebullición nucleada del medio de enfriamiento a partir de cálculos basados en la temperatura de ebullición del medio de enfriamiento, la conductividad térmica, la capacidad calorífica del material de chapa metálica y similares, es deseable expulsar de forma constante el medio de enfriamiento desde los orificios de expulsión para permitir que fluya hacia los orificios de descarga. Cuando no se prevé una ebullición nucleada del medio de enfriamiento, el hueco entre el molde y el material de chapa metálica puede permanecer lleno con el medio
50 de enfriamiento.

El medio de enfriamiento puede ser cualquiera de agua, un alcohol polihidroxilado, una solución de alcohol polihidroxilado, poliglicol, un aceite mineral con una temperatura de inflamación igual o superior a 120° C, un éster sintético, un aceite de silicona, un aceite fluorado, una grasa con una temperatura de fusión igual o superior a 120°
55 C, y una emulsión acuosa obtenida mezclando un tensioactivo en un aceite mineral o éster sintético, o se puede usar una mezcla de estos en términos de retardo de la llama y corrosividad. Además, el medio de enfriamiento puede ser líquido o vapor.

El conformado por prensado en caliente de acuerdo con la presente invención también es de aplicación a cualquiera de los materiales de chapa metálica tales como una chapa de acero aluminada, una chapa de acero cincada, acero normal, cobre y aluminio. Por cierto, cuando el material del material de chapa metálica es acero, lo deseable es que la temperatura de toda la chapa de acero sea mantenida a una temperatura no superior a la de transformación martensítica del acero en el punto muerto inferior.

65 Ejemplos

La presente invención se describirá ahora de forma más específica por medio de ejemplos.

ES 2 593 314 T3

- 5 Se fabrica un producto conformado en caliente por medio de un ensayo fabricando el molde que se muestra de forma esquemática en la Figura 2 por mecanizado, y posterior embutición de acero aluminado usando el aparato de conformado por prensado en caliente provisto de los salientes 13 que se muestran de forma esquemática en las Figuras 4 y 5. La longitud de la muestra es de 300 mm, la anchura es de 100 mm, el grosor es de 1,2 mm y la rugosidad superficial es de 1,0 μm . El material de la matriz y el punzón es S45C, la anchura del reborde es de 5 mm, la anchura de la matriz es de 70 mm y la profundidad de conformado de la matriz es de 60 mm.
- 10 El meta poroso es fabricado mediante solidificación unidireccional fijando una varilla con un diámetro de 10mm que está hecha de acero inoxidable compuesta de un componente a base de SUS304L en un recipiente de alta presión moviendo una parte para que se caliente mientras que parcialmente se funde la varilla mediante calentamiento por inducción a alta frecuencia y por tanto fundiéndose y solidificándose continuamente la varilla.
- 15 Los orificios de expulsión, orificios de descarga y salientes del molde son los que se muestran en la Tabla 1, y la rugosidad superficial es 1,0 μm . Por cierto, antes de procesado para proporcionar los orificios de expulsión, los orificios de descarga y los salientes, se lleva a cabo un conformado por prensado en caliente mientras se mide la temperatura por un termopar para especificar las porciones en las que el coeficiente de transmisión de calor sea igual o inferior a 2000 $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$; y, de forma más específica, los orificios de expulsión, orificios de descarga y salientes están provistos en superficies laterales de la matriz y el punzón.
- 20 La chapa de acero aluminada se calienta hasta aproximadamente 950° C en un horno atmosférico, y la chapa de acero calentada se fija en una posición de conformado entre el punzón y la matriz, se somete a conformado por prensado en caliente, se mantiene durante dos segundos en el punto muerto central y se enfría por expulsión del medio de enfriamiento. En el ejemplo comparativo 9, se mantiene durante diez segundos en el punto muerto central.
- 25 A continuación, se retira el molde, y se extrae el producto. Este conformado se realiza continuamente 100 veces. Por otro lado, usando la muestra y el molde en las mismas condiciones, se fabrica un producto comparativo calentando la muestra hasta aproximadamente 950° C, conformando el mismo por prensado en caliente y, a continuación, enfriándolo por inmersión en un depósito sin sujetarlo.
- 30 La dureza, forma, daños superficiales y temperatura de la superficie del molde relativos a cada uno de los productos obtenidos se evalúan, y los resultados de los mismos se muestran en la Tabla 1. La dureza del producto se mide a un espaciado de 10 mm en una dirección longitudinal. Si la dureza en todas las posiciones de todos los productos es mayor que la dureza del producto comparativo, se considera la dureza como buena y se muestra como “⊙”.
- 35 La forma del producto se evalúa comparando la forma del producto medida por un medidor de desplazamiento láser con una forma diseñada, y si el error entre la forma del producto y la forma diseñada está en el entorno del 10 %, se considera la forma como buena y se muestra por “⊙”. La evaluación del daño superficial se lleva a cabo por examen visual de una porción lateral del producto y, si no se observan defectos superficiales en todos los productos, se considera la evaluación del daño superficial como buena y se muestra por “⊙”.
- 40 Si el porcentaje de defectos de dureza, forma y daño superficial es igual o inferior al 1 %, se considera la evaluación exhaustiva como buena y se muestra por “○” y, si es mayor del 1 %, se considera la evaluación exhaustiva como mala y se muestra por “x”. Además, después del conformado, se mide la temperatura de la superficie del molde por un termómetro de superficie de tipo contacto y, si la temperatura de la superficie del molde es igual o inferior a 80° C, esta se considera como buena y se muestra por “○” y, si es mayor de 80° C, esta se considera como mala y se muestra por “x”.
- 45
- 50 Como se muestra en la Tabla 1, los productos fabricados dentro del alcance del método de conformado por prensado en caliente de la presente invención que usan el aparato de conformado por prensado en caliente de la presente invención tienen buenas durezas y formas, no tienen daños superficiales, provocan un pequeño incremento en la temperatura del molde, y reciben buenas evaluaciones exhaustivas. Por otro lado, en los ejemplos comparativos 11 y 12, se usa un aparato de conformado convencional no provisto de orificios de expulsión para el medio de enfriamiento, y el ejemplo comparativo 12 que tiene un mayor tiempo de retención que el ejemplo comparativo 11 tiene una buena dureza y forma, pero recibe una mala evaluación exhaustiva.

[TABLA 1]

	Configuración					Tubería de enfriamiento	Estructura de sellado	Salientes				Revestimiento electrolítico		Procedimiento de elaboración de los salientes	Evaluación			
	Orificio de expulsión	Orificio de descarga	Metal poroso	Diámetro (mm)	Espaciado (mm)			Forma	Diámetro de circunferencia (µm)	Altura (µm)	Proporción del área (%)	Tipo	Grosor (µm)		Dureza	Forma	Lesión superficial	Evaluación exhaustiva
1	○	○	-	1	5	Ninguno	-	Semiesférica	10	5	1	Cr	30	Revestimiento electrolítico	○	○	○	
2	○	○	-	2	10	Ninguno	-	Semiesférica	50	25	30	NiW	50	Revestimiento electrolítico	○	○	○	
3	○	○	-	5	20	Existe	-	Tronco de cono	300	100	20	-	-	Litografía	○	○	○	
4	○	○	-	10	300	Existe	-	Cilindro	500	200	30	-	-	Litografía	○	○	○	
5	○	○	-	3	50	Existe	Sello de junta tórica	Tronco de pirámide de seis lados	1000	300	60	-	-	Mecanizado por descarga eléctrica	○	○	○	
6	○	○	-	5	500	Existe	Sello de junta tórica	Cilindro hexagonal	2000	1000	70	-	-	Mecanizado por descarga eléctrica	○	○	○	
7	○	○	-	6	1000	Existe	Sello de junta tórica	Tronco de pirámide cuadrangular	5000	500	90	-	-	Granallado	○	○	○	
8	Ninguno																	
Ejemplo comparativo	Ninguno																	
9	Ninguno																	

5 La presente invención hace una contribución industrial extremadamente notable tal que cuando se fabrica mediante conformado por prensado en caliente un producto prensado de excelente resistencia y exactitud dimensional usando un material de chapa metálica de alta resistencia con baja capacidad de conformado por prensado como material, es posible aumentar la productividad y suprimir adicionalmente la acumulación de calor en el molde para prolongar la vida del molde, reduciendo de este modo el coste de fabricación.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de conformado en caliente de un material de chapa metálica, en el que
 5 en un aparato de conformado en caliente de un material de chapa metálica para conformar por prensado un material
 de chapa metálica calentado, está provista una tubería de suministro (6) para un medio de enfriamiento en un molde
 que comprende una matriz (2) y un punzón (3), están provistos orificios de expulsión (4) para el medio de
 enfriamiento en una superficie de conformado del molde (2, 3), comunicándose entre sí la tubería de suministro (6) y
 los orificios de expulsión (4), **caracterizado por que** al menos una parte del punzón (3) y/o al menos una parte de la
 10 matriz (2) está formada de metal poroso que tiene una pluralidad de orificios de expulsión y de orificios de descarga,
 y el aparato está adaptado para realizar el conformado mientras que el medio de enfriamiento es expulsado a un
 hueco entre el material de chapa metálica y el molde desde los orificios de expulsión (4) durante el alojamiento del
 material de chapa metálica en el punto muerto inferior de la prensa.
2. El aparato de conformado en caliente de un material de chapa metálica de acuerdo con la reivindicación 1, en el
 15 que el orificio de expulsión (4) para el medio de enfriamiento está provisto solo en una porción en la que el
 coeficiente de transmisión de calor entre el material de chapa metálica (1) y el molde es igual o inferior a 2000
 W/m^2K .
3. El aparato de conformado en caliente de un material de chapa metálica de acuerdo con la reivindicación 1 ó con la
 20 reivindicación 2, en el que en el molde está provista una tubería de descarga (7) para el medio de enfriamiento, en
 una superficie de conformado del molde están provistos orificios de descarga (5) para el medio de enfriamiento, y la
 tubería de descarga (7) y los orificios de descarga (5) se comunican entre sí.
4. El aparato de conformado en caliente de un material de chapa metálica de acuerdo con una cualquiera de las
 25 reivindicaciones 1 a 3, en el que en el molde está provista una tubería de enfriamiento.
5. Un método de conformado en caliente de un material de chapa metálica, **caracterizado por que** utiliza el aparato
 de conformado en caliente de un material de chapa metálica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1
 a 4, en el que el conformado se lleva a cabo mientras un medio de enfriamiento es expulsado hacia un hueco entre
 30 el material de chapa metálica y un molde (2, 3) desde los orificios de expulsión (4) durante el alojamiento del material
 de chapa metálica en el punto muerto inferior de la prensa.
6. El método de conformado en caliente de un material de chapa metálica de acuerdo con la reivindicación 5, en el
 35 que el medio de enfriamiento expulsado hacia el hueco entre el material de chapa metálica y el molde es descargado
 desde los orificios de expulsión (4) y/o los orificios de descarga (5).
7. El método de conformado en caliente de un material de chapa metálica de acuerdo con la reivindicación 5, en el
 40 que el medio de enfriamiento es expulsado únicamente a una porción en la que el coeficiente de transmisión de calor
 calculado midiendo temperaturas del material de chapa metálica y el molde es igual o inferior a 2000 W/m^2K .
8. El método de conformado en caliente de un material de chapa metálica de acuerdo con la reivindicación 5, en el
 45 que el medio de enfriamiento es un tipo o dos tipos o más de agua, un alcohol polihidroxilado, una solución de
 alcohol polihidroxilado, poliglicol, un aceite mineral con una temperatura de inflamación igual o superior a 120° C, un
 éster sintético, un aceite de silicona, un aceite fluorado, una grasa con una temperatura de fusión igual o superior a
 120° C, y una emulsión acuosa obtenida mezclando un tensioactivo en un aceite mineral o éster sintético.

FIG.1A

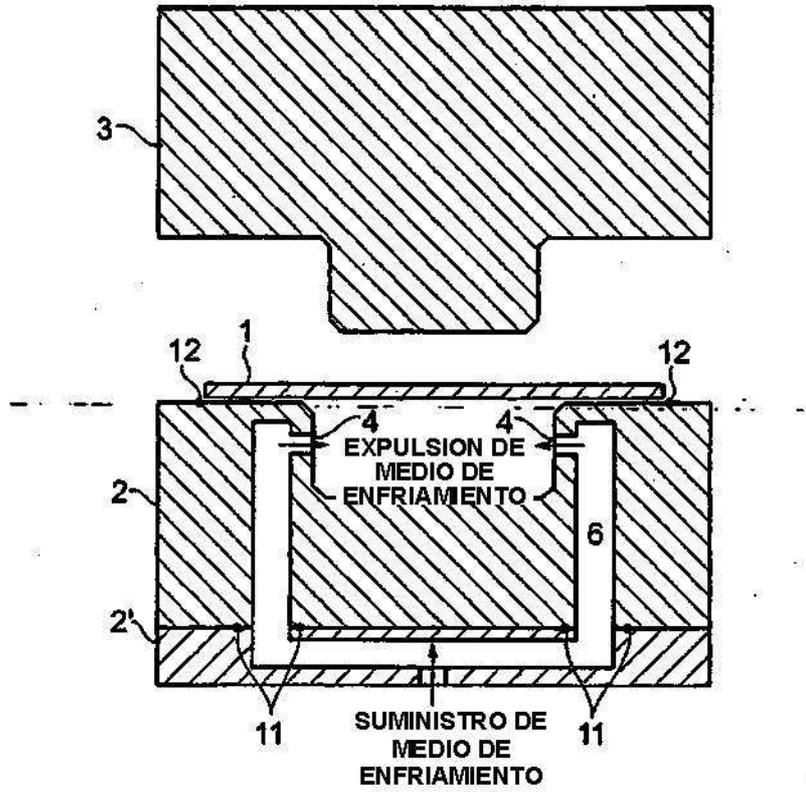


FIG.1B

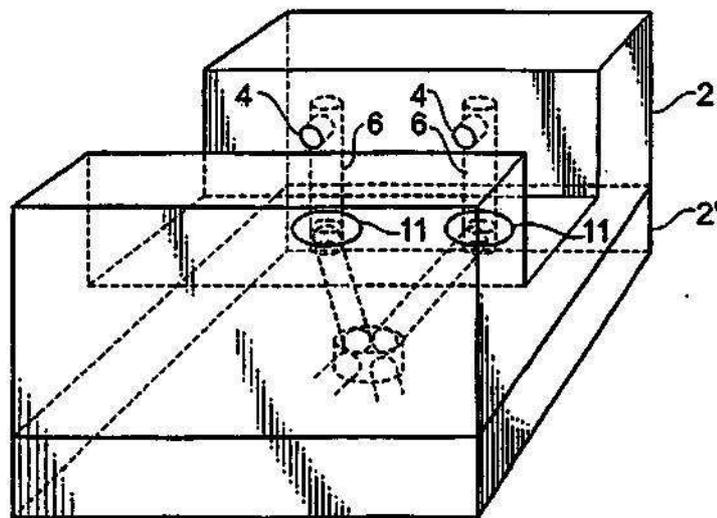
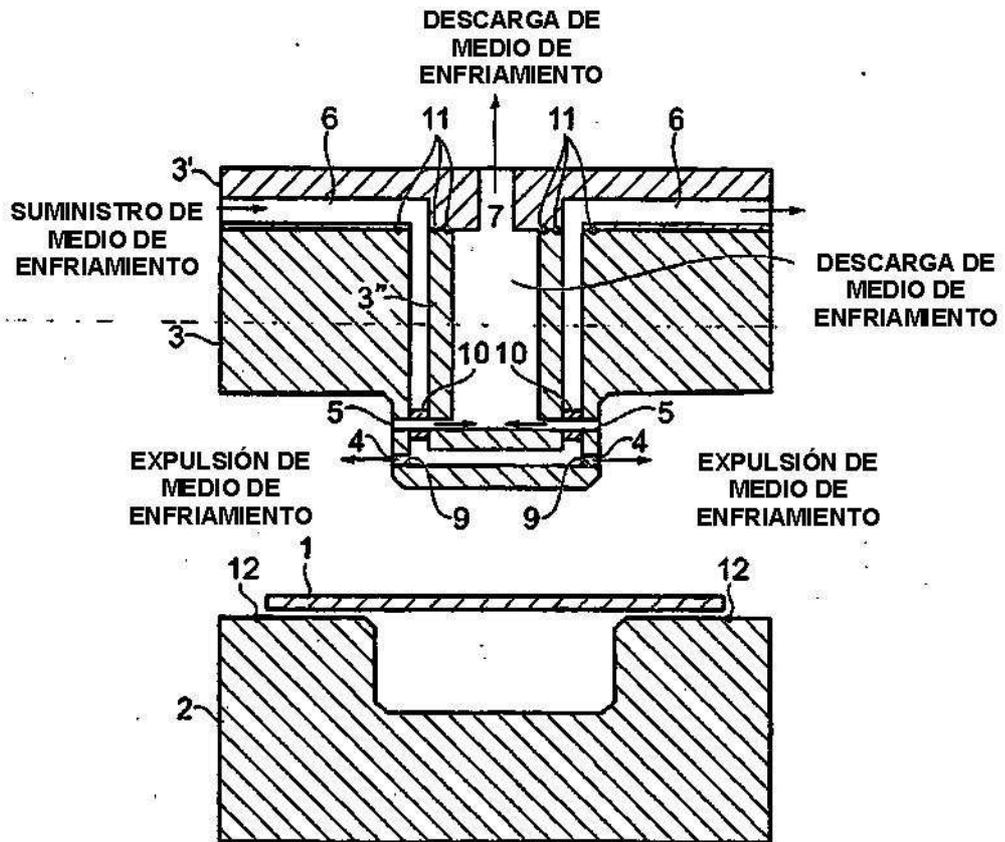


FIG.2A



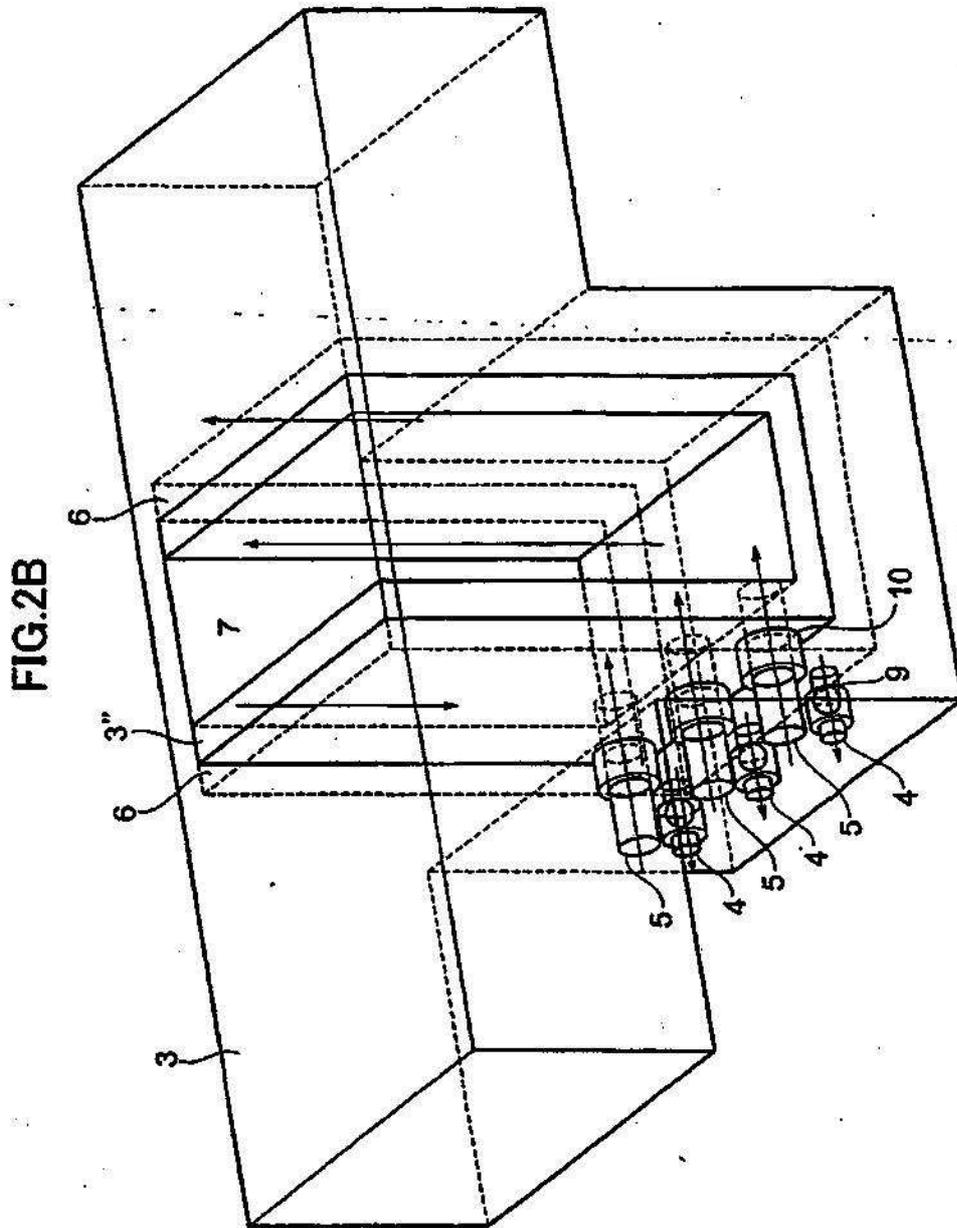


FIG.3A

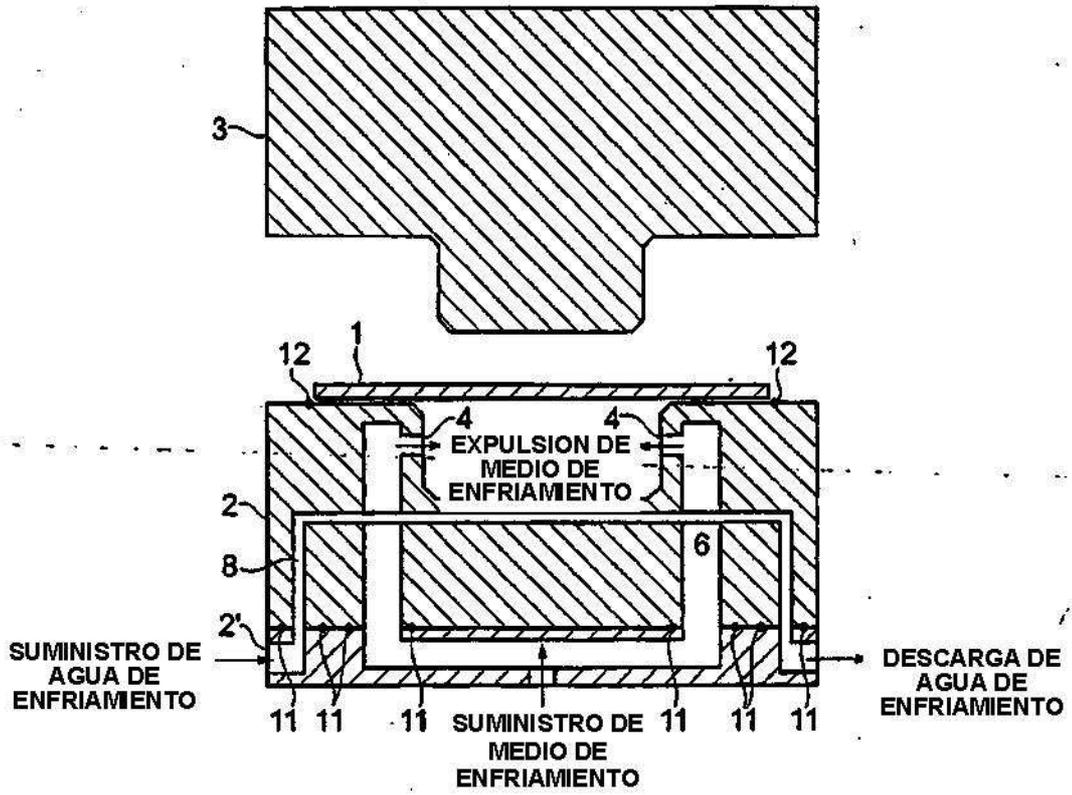


FIG.3B

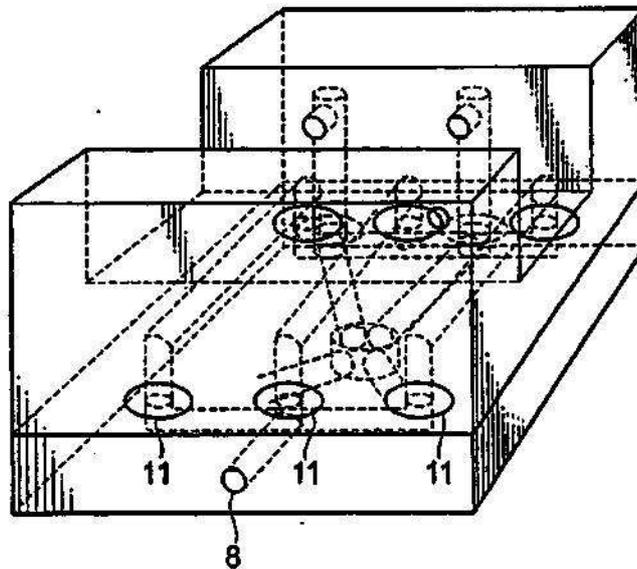


FIG.4

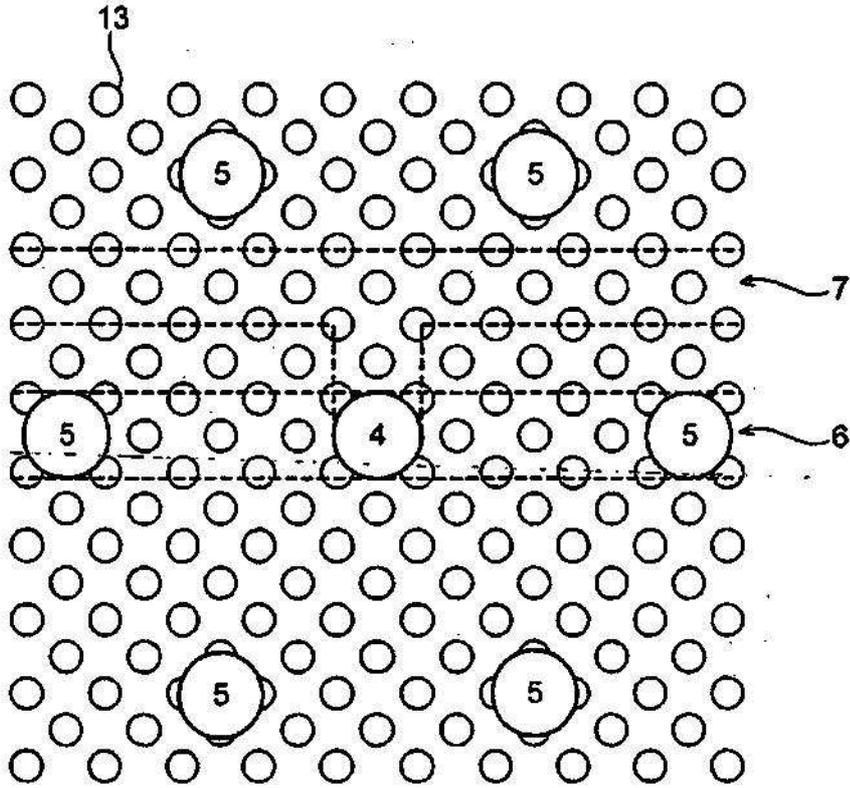


FIG.5A

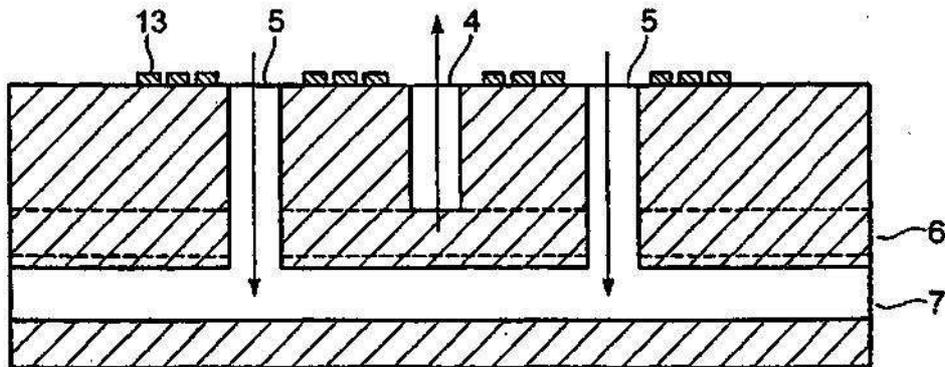


FIG.5B

