

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 098**

51 Int. Cl.:

B21J 13/02 (2006.01)

B22F 1/00 (2006.01)

B23K 10/02 (2006.01)

B23P 15/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2013 PCT/JP2013/059518**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.10.2013 WO13147154**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2013 E 13769271 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 2835190**

54 Título: **Matriz de forjado en caliente**

30 Prioridad:

30.03.2012 JP 2012079311

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

23.04.2019

73 Titular/es:

**HITACHI METALS, LTD. (100.0%)
2-70 Konan 1-chome, Minato-ku
Tokyo 108-8224, JP**

72 Inventor/es:

**SASAKI SHOHEI;
SATO KOJI y
MATSUMOTO HIDEKI**

74 Agente/Representante:

TEMIÑO CENICEROS, Ignacio

ES 2 710 098 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

Matriz de forjado en caliente

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a una matriz de forjado en caliente (véase por ejemplo el documento WO 2009/100583).

10 Antecedentes de la técnica

En los últimos años, las demandas de productos forjados en caliente a presión para aviones de tamaño medio a grande están creciendo notablemente. De estos productos forjados en caliente a presión para aviones de tamaño medio a grande, por ejemplo, los discos de turbina para motores aeronáuticos están hechos de una aleación de níquel o titanio, son concéntricos y tienen un diámetro superior a 1 metro. Para producir estos productos forjados de gran tamaño, la carga de deformación durante el forjado en caliente de matriz requiere una presión marcadamente alta de más de 150 MN.

Por ejemplo, las matrices de forjado en caliente más adecuadas para el forjado en caliente de productos forjados de gran tamaño que tienen una forma concéntrica y de alta resistencia a la deformación, tales como discos de turbina de los motores a reacción de aviones y discos de turbina de gas para la generación, han sido producidos mediante la reducción de un bloque de material monolítico muy grande. Como resultado de esto, los bloques de material utilizados para fabricar la matriz tienen un peso de más de 5 toneladas, y la matriz debe producirse a partir de un lingote de acero de gran tamaño con un peso de disolución de más de 10 toneladas. Además, muchos materiales se desechan durante el hundimiento en la matriz, lo que presenta el problema de baja productividad.

Para resolver los problemas descritos anteriormente, se propone un método de producción de una matriz de gran tamaño montada a partir de una pluralidad de piezas de matriz. Por ejemplo, la solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública (JP-A) n.º 2009-66661 (documento de patente 1) divulga un método para montar e integrar una pluralidad de piezas de matriz dispuestas en un patrón radial.

Sumario de la Invención**35 Problema técnico**

De acuerdo con el método descrito en el Documento de Patente 1, una pluralidad de piezas de matriz se mueve libremente en la dirección radial de acuerdo con el movimiento del material a ser forjado bajo deformación durante el procesamiento del material a ser forjado. Más específicamente, durante el ciclo de forjado para deformar el material a forjar mediante una matriz, el flujo del material a forjar hacia el exterior en la dirección radial es automáticamente soportado por el movimiento simultáneo de las piezas de matriz hacia el exterior en la dirección radial, y el crecimiento resultante del material a forjar en la dirección radial durante el forjado se promueve sin inhibirlo por fricción con las piezas de matriz, por lo que se reduce la tasa de aparición de grietas del producto forjado.

Por lo tanto, el material de forjado después de la finalización del forjado en caliente se forja solo en la parte que está en contacto con las piezas de matriz, y el material a forjar invade los huecos entre las piezas de matriz movidas, que hace que sea difícil hacer la parte en la forma deseada.

El objeto de la presente invención es proporcionar una matriz de forjado en caliente de bajo coste que permita obtener una forma deseada incluso a partir de un material forjado de gran tamaño.

50 Solución al problema

La presente invención se ha realizado en vista del problema anteriormente descrito.

Más específicamente, un aspecto de la presente invención es una matriz de forjado en caliente para un forjado en caliente en una matriz cerrada de acuerdo con la reivindicación 1.

Realizaciones preferidas se especifican en las reivindicaciones dependientes.

60 Efectos ventajosos de la invención

La matriz de forjado en caliente de la presente invención permite la producción de matrices con altos rendimientos, se puede utilizar como una matriz de forjado en caliente cerrada para discos de motores a reacción para aviones de gran tamaño y discos de turbinas de gas de gran tamaño para generación, que han sido difíciles de realizar por la técnica anterior y, por lo tanto, permite lograr una larga vida útil de la matriz y se pueden producir productos forjados cerrados de gran tamaño y alta calidad y bajo coste.

Breve descripción de los dibujos

5 La figura 1 es una vista en sección transversal de la matriz de forjado en caliente según un aspecto de la presente invención, que se corta a través de la matriz de forjado en caliente en el plano que contiene el eje central de la matriz de forjado en caliente.

La figura 2 es una vista en perspectiva de la matriz de forjado en caliente según un aspecto de la presente invención, que contiene una sección transversal parcial de la matriz de forjado en caliente.

10 La figura 3 es una vista en sección transversal de la matriz de forjado en caliente según otro aspecto de la presente invención, que se corta a través de la matriz de forjado en caliente en el plano que contiene el eje central de la matriz de forjado en caliente.

La figura 4 es una vista en perspectiva de la matriz de forjado en caliente según otro aspecto de la presente invención, que contiene una sección transversal parcial de la matriz de forjado en caliente.

15 La figura 5 es una vista en sección transversal de la matriz de forjado en caliente según otro aspecto de la presente invención, que se corta a través de la matriz de forjado en caliente en el plano que contiene el eje central de la matriz de forjado en caliente.

La figura 6 es una micrografía de una sección transversal de la capa de construcción que tiene una composición preferida de acuerdo con un aspecto de la presente invención.

20 La figura 7 es una micrografía de una sección transversal de la capa de construcción de acuerdo con un aspecto de la presente invención.

Descripción de realizaciones

25 Una característica importante de la presente invención es la estructura de una matriz de forjado en caliente integral hecha mediante el ajuste concéntricamente de una pluralidad de piezas de matriz juntas.

30 Por ejemplo, como se muestra en las figuras 1 y 2, se utiliza una pieza de matriz de columna 3 como el centro del conjunto, y las piezas de matriz con forma de anillo periférico exterior 2 se montan concéntricamente para encajarse entre sí alrededor de la pieza de matriz en columna 3, y se sujetan para integrar estos componentes, por lo tanto, haciendo una matriz de forjado en caliente 1. Esta estructura se utiliza, por ejemplo, para producir un material de forjado en caliente en forma de disco.

35 Alternativamente, por ejemplo, como se muestra en las figuras 3 y 4, se utiliza una pieza de matriz en forma de anillo 8 como el centro del conjunto, y las piezas de matriz con forma de anillo periférico exterior 2 se montan concéntricamente para encajarse entre sí alrededor de la pieza de matriz en forma de anillo 8, y se sujetan para integrar estos componentes, por lo tanto, haciendo una matriz de forjado en caliente 1. Esta estructura se utiliza, por ejemplo, para producir un material de forjado en caliente en forma de anillo.

40 Para ambas estructuras, varias piezas de matriz en forma de anillo periférico exterior están montadas juntaos de forma concéntrica de acuerdo con el tamaño del material a procesar, por lo que el diámetro de la matriz de forjado en caliente se puede incrementar. Además, las piezas de la matriz se unen entre sí, de modo que la fuerza de la matriz es comparable a la de una matriz monolítica. Además, se juntan una pluralidad de matrices, de modo que se reduce el número de horas de trabajo para cortar durante la fabricación de la matriz, y se mejora la productividad, en comparación con la producción de una matriz en la técnica anterior mediante el corte de una matriz a partir de un bloque de material monolítico muy grande. Como resultado de esto, por ejemplo, el material a forjar no se forjará parcialmente de manera insuficiente como se describe en el Documento de Patente 1, y se puede formar la forma deseada. Además, la matriz de forjado en caliente de la presente invención permite la soldadura por construcción para cada pieza de matriz, de modo que se puede reducir el tiempo necesario para la soldadura por construcción.

50 Cuando se producen las piezas de matriz definidas en la presente invención, por ejemplo, la pieza de matriz de columna que compone la parte central se hace fácilmente mediante el mecanizado de un material de la pieza de matriz de columna preparado. Además, la pieza de matriz con forma de anillo y la pieza de matriz con forma de anillo periférico exterior se hacen fácilmente haciendo un material de pieza de matriz con forma de anillo y un material de pieza de matriz con forma de anillo periférico exterior mediante forjado hueco utilizando un mandril (forjado de mandril) o laminado en anillo, y el procesamiento de los materiales en la dimensión deseada mediante mecanizado.

60 Además, en la presente invención, una cara de la matriz se forma en la dirección axial de la matriz. La dirección axial significa, por ejemplo, para el caso de la matriz de forjado en caliente mostrada en la figura 1, la dirección de la altura (profundidad) de la pieza del troquel. En la presente invención, la dirección axial de las piezas de matriz con forma de anillo es idéntica a la dirección de prensado durante el forjado del material a forjar, y el material de forjado en caliente se conforma en la forma deseada formando la cara de la matriz en una parte de la matriz de forjado en caliente, que se pone en contacto con el material a forjar.

65 Además, la presente invención requiere la formación de una capa de construcción de una aleación súper resistente al calor a base de níquel en una parte de la matriz de forjado en caliente, que se pone en contacto directo con el material a procesar. La formación de la capa de construcción de una aleación súper resistente al calor con base de

níquel mejora la resistencia al calor de una superficie que se pone en contacto con el material a procesar.

La capa de construcción de una aleación súper resistente al calor a base de níquel tiene la más alta temperatura de las partes en contacto directo con el material a procesar. Por ejemplo, una matriz de forjado en caliente que tiene una vida útil notablemente larga, incluso cuando se usa para el forjado cerrado en caliente de un disco de un motor a reacción o un disco de turbina de gas de gran tamaño para generación se obtendrá seleccionando, por ejemplo, la aleación que se describe a continuación que contiene Ta o la aleación que tiene la composición equivalente a la de Udimet 520 (Udimet es la marca registrada de Special Metals), Udimet 720, Waspaloy (Waspaloy es la marca registrada de United Technologies) o Alloy 718.

Se prefiere que una o más de la pieza de matriz de columna, las piezas de matriz en forma de anillo, y las piezas de matriz en forma de anillo periférico exterior estén hechas de acero de herramienta de aleación. En la presente invención, las piezas de matriz están hechas de acero de herramienta de aleación para asegurar la rigidez de la matriz. El material de acero de herramienta de aleación aquí seleccionado se selecciona de, por ejemplo, los definidos en JIS-G4404. Entre ellos, se prefieren los adecuados para uso en caliente. La aleación está compuesta típicamente de, en términos de % en masa, C de 0,25 a 0,5 %, N en más de 0, pero 0,03 % o menos, Si en más de 0, pero 1,2 % o menos, Mn en más de 0, pero 0,9 % o menos, Al de 0 a 0,5 %, P de 0 a 0,03 %, S de 0 a 0,01 %, V de 0 a 2,1 %, Cr de 0,8 a 5,5 %, Ni de 0 a 4,3 %, Cu de 0 a 0,3 %, Mo de 0 a 3,0 %, W de 0 a 9,5 %, Co de 0 a 4,5 % y el resto es Fe e impurezas.

La aleación se compone más preferiblemente de, en términos de % en masa, C en 0,35-0,42 %, N en más de 0, pero 0,03 % o menos, Si en 0,3 a 1,2 %, Mn del 0,3 a 0,7 %, Al en más de 0, pero 0,025 % o menos, P en 0 a 0,03 %, S en 0 a 0,01 %, V en 0,50 a 1,10 %, Cr en 4,80 a 5,50 %, Ni en más de 0, pero 0,25 % o menos, Cu en más de 0 pero 0,15 % o menos, Mo en 1,2 a 2,7 %, y el resto es Fe e impurezas.

Los materiales de estas piezas de matriz pueden estar compuestos de diferentes materiales. Sin embargo, si las propiedades de expansión térmica son diferentes, por ejemplo, el ajuste por contracción puede ser difícil. Por lo tanto, si se utilizan diferentes materiales, sus propiedades de expansión térmica son preferiblemente similares. Teniendo en cuenta las propiedades de expansión térmica y las propiedades mecánicas, todas las piezas de matriz (pieza de matriz de columna, pieza de matriz con forma de anillo y piezas de matriz con forma de anillo periférico exterior) están compuestas preferiblemente del mismo material.

Como se muestra en la figura 5, las piezas de matriz en forma de anillo 2 y la pieza de matriz de columna 3 preferiblemente tienen porciones escalonadas 9 en los puntos a encajar, para recibir la carga impuesta durante el forjado. Las porciones escalonadas 9 reciben la carga impuesta durante el forjado en caliente en los escalones y, ciertamente, evitan la desviación de las piezas de matriz. Por lo tanto, por ejemplo, cuando las piezas de la matriz se montan mediante el accesorio de contracción descrito a continuación, se evita efectivamente el desacoplamiento de los puntos que se han unido mediante el ajuste de contracción.

Además, en la presente invención, tal como se muestra en las figuras 1 y 3, una periferia, cuyo diámetro disminuye desde otra cara extrema hacia la cara extrema en la dirección axial, puede formarse en la periferia interior o en la periferia exterior de la pieza de matriz en forma de anillo. Por ejemplo, cuando la matriz de forjado en caliente de la presente invención se usa como matriz superior, se evita de manera segura que caigan las piezas de matriz disminuyendo el diámetro de las piezas de matriz en orden desde el lado opuesto a la superficie para ponerlos en contacto con el material a forjar (superficie de trabajo). El método para ajustar y sujetar las piezas de matriz puede ser, por ejemplo, ajuste simple, ajuste por contracción o ajuste en frío. Entre ellos, se prefiere el ajuste por contracción porque las matrices pueden encajar fácilmente entre sí.

La composición de la capa de construcción de una aleación súper resistente al calor a base de níquel como la capa superficial más externa se describe a continuación.

La composición de la aleación de la capa de construcción se define en la presente invención que se encuentra dentro del rango establecido ajustando adecuadamente la aleación que se describe en la solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública (JP-A) n.º H02-97634 para construcción. La composición química se expresa como % en masa, a menos que se indique lo contrario.

B: 0,02 % o menos

B se puede añadir como sea necesario, porque B es eficaz para mejorar la resistencia y la ductilidad a alta temperatura por efecto de refuerzo del límite del grano. Sin embargo, la adición excesiva de B forma boruros. Los boruros pueden disolverse localmente durante la soldadura para causar grietas a altas temperaturas. Por lo tanto, el límite superior de B es del 0,02 % o menos. El contenido preferido para lograr el efecto de B es del 0,001 al 0,015 %.

C: del 0,01 al 0,15 %

El C está compuesto principalmente por Cr, y tiene el efecto de depositar de forma discontinua carburos $M_{23}C_6$ en

ES 2 710 098 T3

límites para reforzar los límites de los granos. Por lo tanto, el límite inferior de C es del 0,01 %. Sin embargo, un exceso de C superior al 0,15 % aumentará la formación de carburos primarios y disminuirá la ductilidad y la tenacidad. Por lo tanto, el límite superior de C es del 0,15 %.

5 Mg: 0,01% o menos

El Mg estabiliza el O (oxígeno) o el S como impureza en forma de MgO o MgS, e inhibe la fragilidad en los límites de grano y el agrietamiento de las zonas afectadas por el calor. Por lo tanto, Mg se puede agregar según sea necesario. Sin embargo, el exceso de Mg puede aumentar las inclusiones basadas en Mg, lo que disminuye la resistencia. Por lo tanto, el límite superior de Mg es del 0,01 % o menos.

Al: del 0,5 al 2 %.

15 El Al es un elemento importante que se combina con el Ni para depositar fases γ' estables e imparte resistencia a altas temperaturas durante el forjado en caliente. Además, para la composición de aleación definida en la presente invención, para mejorar la resistencia a alta temperatura, la relación $\{Ti + Ta (+ Nb)\}/Al$ en las fases γ' debe aumentarse para aumentar la constante celular de las fases γ' , lo que aumenta la tensión de red impuesta por la precipitación de γ' . Por lo tanto, para lograr el efecto descrito anteriormente, el límite inferior de Al es del 0,5 %. Por otro lado, la adición excesiva de Al inhibe la soldabilidad. Por lo tanto, el límite superior de Al es del 2 %. El límite inferior de Al es preferiblemente del 1,0 %, y el límite superior de Al es preferiblemente del 1,6 %.

Si: 1% o menos

25 Se añade Si como elemento desoxidante. Por lo tanto, el contenido más del 0 % se mantiene considerablemente. Si el Si supera el 1 %, se producen precipitaciones de fases dañinas y disminución de la resistencia a altas temperaturas. Por lo tanto, el límite superior de Si es del 1 %, y preferiblemente del 0,5 % o menos.

Mn: 1% o menos

30 Se añade Mn como elemento desoxidante como Si. Por lo tanto, el contenido más del 0 % se mantiene considerablemente. Si el Mn supera el 1 %, se producen precipitaciones de fases dañinas y disminución de la resistencia a altas temperaturas. Por lo tanto, el límite superior de Mn es del 1 %, y preferiblemente del 0,5 % o menos.

35 Ti: del 1,5 al 3%.

40 El Ti se combina con el Ni para depositar las fases γ' de la misma manera que el Al, y aumenta la resistencia a altas temperaturas. Por lo tanto, el límite inferior de Ti es del 1,5%. Por otro lado, una gran cantidad de Ti más del 3 % inhibe la soldabilidad y disminuye la solubilidad del sólido del Ta descrito a continuación en las fases γ' . Además, se depositan fases η (Ni_3Ti) para disminuir la resistencia. Por lo tanto, el límite superior de Ti es del 3,0 %. El límite inferior de Ti es preferiblemente del 2,1 %, y el límite superior de Ti es preferiblemente del 2,7%.

Cr: del 15 al 22 %.

45 El Cr se disuelve en la matriz de la aleación como un átomo de sustitución, y aumenta la resistencia, el límite de elasticidad y la dureza. Además, el Cr mejora la resistencia a la abrasión. Por lo tanto, el límite inferior de Cr es del 15 %. Por otro lado, si Cr es más del 22 %, la estructura se vuelve inestable, y tanto Cr como Mo y W tienden a formar fases σ que son fases de fragilidad. Por lo tanto, el límite superior de Cr es del 22 %. El límite inferior de Cr es preferiblemente del 17 %, y el límite superior de Cr es preferiblemente del 19 %.

50 Co: del 5 al 15 %.

55 El Co aumenta la cantidad de γ' disuelto en el rango de alta temperatura para mejorar la soldabilidad. Por lo tanto, el límite inferior de Co es del 5%. Por otro lado, si el Co es excesivo, tiende a causar la precipitación de fases dañinas tal como las fases de Laves. Por lo tanto, el límite superior de Co es del 15%. El límite inferior de Co es preferiblemente del 8%, y el límite superior de Co es preferiblemente del 12%.

W y Mo son elementos importantes para el aumento de la resistencia inicial.

60 Mo: del 3 al 6 %

65 El Mo se disuelve en las fases de austenita y es un elemento eficaz para reforzar la matriz y mejorar la resistencia a altas temperaturas. El límite inferior de Mo es del 3 %. Por otro lado, el Mo hace que la estructura sea inestable de la misma manera que el Cr. Por lo tanto, el límite superior de Mo es del 6%. El límite inferior de Mo es preferiblemente del 4%, y el límite superior de Mo es preferiblemente del 5%.

W: del 3 al 6 %.

5 El W es un elemento disuelto en la matriz, y eficaz para mejorar la resistencia a la tracción de la misma manera como el Mo descrito anteriormente. Por lo tanto, el límite inferior de W es del 3%. Por otro lado, si el W es más del 6 %, de la misma manera que el Mo, afecta negativamente la estabilidad de la estructura. Por lo tanto, el límite superior de W es del 6 %. El límite inferior de W es más preferiblemente del 4 %, y el límite superior de W es preferiblemente del 5 %.

10 De acuerdo con la composición preferida de la capa de construcción que se define en la presente invención, las fases γ' se ajustan para del 20 al 45 %, y el efecto de envejecimiento se expresa en la temperatura durante el forjado. Por lo tanto, además de los Al y Ti descritos anteriormente, Ta también es un elemento importante. Ta puede estar parcialmente sustituido con Nb.

15 Ta: del 1 al 7 %

20 El Ta se disuelve en el lado del Al de Ni_3Al para aumentar la constante celular de γ' , y mejora la resistencia a la tracción de la misma manera que el Ti descrito anteriormente. Para lograr el efecto descrito anteriormente, el límite inferior de Ta es del 1 %. Por otro lado, si Ta es más del 7 %, hace que la precipitación de las fases (Ni_3Ta) deteriore la ductilidad. Por lo tanto, el límite superior de Ta es del 7 %. El contenido de Ta es más preferiblemente del 3 al 5 %.

Nb: 4% o menos

25 El Nb es un elemento que pertenece al mismo grupo que el Ta, y el Ta puede estar parcialmente sustituido con Nb. Sin embargo, el peso atómico del Nb es aproximadamente la mitad que el de Ta. Por lo tanto, el contenido de Nb está definido por $Ta + 2Nb$. Además, el Nb mejora la resistencia a alta temperatura y logra el mismo efecto que el Ta descrito anteriormente, pero el efecto para mejorar la resistencia a alta temperatura es inferior al del Ta. Por lo tanto, el Nb se agrega en combinación con el Ta. Cuando se agregan Nb y Ta en combinación, el contenido de $Ta + 2Nb$ es del 1 al 7 %.

30 El Ni como el resto es un elemento básico que compone la matriz de austenita y la fase de fortalecimiento de la precipitación γ' compuesta de $Ni_3(Al, Ti, Ta)$ o $Ni_3(Al, Ti, Ta, Nb)$.

35 La aleación de la capa de construcción preferida definida en la presente invención puede incluir usualmente impurezas tales como Fe, P, S, Ca, o Zr. Pero no afectarán las propiedades siempre que su contenido se encuentre dentro del rango descrito a continuación, por lo tanto, pueden estar contenidos en la aleación de la presente invención.

40 $Fe \leq 3 \%$, $P \leq 0,03 \%$, $S \leq 0,03 \%$, $Ca \leq 0,02 \%$, $Zr \leq 0,01 \%$

45 Además, entre elementos de impurezas, el O (oxígeno) es el elemento que debe estar particularmente limitado. El contenido de oxígeno es preferiblemente del 0,050 % o menos. La razón de esto es que el O es un elemento dañino que oxida el polvo metálico acumulado durante la soldadura de construcción. En la presente invención, el Ti y el Al activos están contenidos. Por lo tanto, el contenido de O es preferiblemente lo más bajo posible, y el límite superior es del 0,050 % o menos. Para reducir el O, el polvo metálico acumulado se produce preferiblemente en una atmósfera de gas inerte. El límite inferior de O no está particularmente limitado, pero prácticamente es del 0,005 %.

50 Además, en la presente invención, por ejemplo, como la matriz de forjado en caliente 1 que se muestra en las figuras 1 y 2, una capa intermedia 5 hecha de una aleación resistente al calor que fortalece la solución sólida puede incluirse entre la pieza de matriz de columna 3 o la pieza de matriz con forma de anillo periférico exterior 2 y la capa de construcción 4 hecha de una aleación resistente al calor de refuerzo por precipitación.

55 La inclusión de la capa intermedia hecha de una aleación resistente al calor de refuerzo en solución sólida mejora la capacidad de soldadura de la pieza de matriz de acero de herramienta de aleación y la capa de construcción hecha de una aleación resistente al calor de fortalecimiento de precipitación, y relaja de manera más segura la tensión que se produce entre la pieza de matriz y la capa de construcción, lo que mejora aún más la vida útil de la matriz de forjado en caliente. La capa intermedia puede ser una capa única o un laminado que incluya dos o más aleaciones resistentes al calor que refuercen soluciones sólidas que tienen componentes diferentes.

60 La aleación resistente al calor reforzada con solución sólida a la que se hace referencia en la presente invención puede ser, por ejemplo, la aleación descrita en ASTM-A494, o una aleación que tiene una composición que puede reforzar una matriz por disolución de un elemento de aleación de entre las aleaciones que tienen la composición descrita en JIS-G4901 y G4902.

65 Un rango de componentes típicos de la aleación es, en términos de % en masa, C: 0,15 % o menos, Cr del 15 al 30 %, Co del 0 a 3 %, Mo del 0 al 30 %, W del 0 al 10 %, Nb del 0 al 4 %, Ta del 0 al 4 %, Ti del 0 a 1 %, Al del 0 al 2

%, Fe del 0 al 20 %, Mn del 0 al 4 %, siendo el resto Ni e impurezas.

5 La laminación de la aleación súper resistente al calor a base de níquel que tiene la composición descrita anteriormente a la superficie de trabajo de la matriz puede usar una técnica conocida tal como la soldadura de construcción.

10 El método para la construcción puede ser, por ejemplo, un método de construcción de la aleación en forma de alambre o polvo metálico. Se puede utilizar cualquier método. Se prefiere el método de construcción que usa polvo, porque la aleación que contiene Ta se segrega fácilmente cuando la velocidad de solidificación es lenta, y el método que usa alambre requiere procesamiento en alambre.

La matriz de forjado en caliente anteriormente descrita de la presente invención se puede producir por el método siguiente.

15 Por ejemplo, para la pieza de matriz de columna, un material forjado en caliente para ser el material se somete a un tratamiento térmico de acuerdo con el material para impartir resistencia y tenacidad, haciendo de este modo un material de la pieza de matriz de columna.

20 Además, la pieza de matriz en forma de anillo y la pieza de matriz en forma de anillo periférico exterior son hechas por forjado hueco usando un mandril o la rodadura con anillo. Después de eso, el tratamiento térmico según el material se lleva a cabo para impartir resistencia y tenacidad, formando así un material de pieza de matriz en forma de anillo o un material de pieza de matriz en forma de anillo periférico exterior. Se puede decidir si el forjado de mandril o la rodadura con anillo se utilizan para producir el material de pieza de matriz en forma de anillo o el material de pieza de matriz en forma de anillo periférico exterior según la dimensión.

25 A continuación, el material de la pieza de matriz de columna, el material de la pieza de matriz en forma de anillo, el material de la pieza de matriz en forma de anillo periférico exterior se somete a procesado en bruto, incluyendo la formación de la cara de la matriz por mecanizado, y se ajustada a la dimensión deseada. Posteriormente, se forma la capa de construcción de la aleación súper resistente al calor con base de níquel. De acuerdo con la presente invención, la capa de construcción puede formarse en cada pieza de matriz, de modo que la construcción se puede lograr fácilmente en toda la cara de una cara de matriz complicada.

30 Además, la parte de diámetro exterior de la pieza de matriz de columna y las partes de diámetro exterior e interior de las piezas de matriz en forma de anillo y la pieza de matriz en forma de anillo periférico exterior están mecanizadas para el acabado, estas piezas de matriz se montan, y luego la superficie de trabajo se procesa mediante troquelado, lo que produce un matriz de forjado en caliente.

35 La pieza de matriz con forma de anillo periférico exterior 2 usada en el lado de la periferia más externa puede tener una porción de pestaña 7 en el lado de la pieza de matriz con forma de anillo periférico exterior. La porción de pestaña 7 permite que la pieza de matriz en forma de anillo periférico exterior se fije de manera más segura utilizando una plantilla de fijación común 6, de modo que se pueda reducir el coste de material y el coste de procesamiento de la matriz. Además, cuando la matriz de forjado en caliente de la presente invención se usa como la matriz superior, la porción de pestaña 7 evita de manera más segura que caigan las piezas de matriz.

40 Además, la matriz de forjado en caliente de la presente invención se puede utilizar como una matriz de forjado en caliente de gran tamaño, cambiando el número y la dimensión de la pieza de matriz en forma de anillo periférico exterior.

45 Por lo tanto, una matriz de forjado en caliente, que ha sido producida por corte a partir de varias toneladas de material grande, se puede producir con un buen rendimiento.

50 Además, la matriz de forjado en caliente de la presente invención se puede utilizar como una matriz de gran tamaño para forjado en caliente con matriz cerrada, que ha sido difícil de formarse integralmente por la técnica anterior, que se puede utilizar en condiciones donde la resistencia a la deformación en caliente del material a procesar es de 300 MPa o más, la temperatura de la superficie de la matriz a poner en contacto con el material a procesar es de 500 °C o más, y la carga axial de compresión es de 150 MN o más.

55 El forjado en caliente al que se hace referencia en la presente invención incluye prensa caliente, forjado de termostato, y matriz en caliente.

60 **Ejemplos**

65 Como el material de la matriz de columna 3 y las piezas de matriz en forma de anillo periférico exterior 2, se proporcionó un acero de herramienta de aleación correspondiente de JIS-SKD61. La matriz de forjado en caliente 1 producida en este momento tiene la estructura que se muestra en las figuras 3 y 4, porque se usa para producir un disco.

Una torta fue hecha a partir del material descrito anteriormente por forjado en caliente. Posteriormente, la torta se perforó en el centro y se sometió a un forjado de mandril para hacer un material de matriz con forma de anillo con un diámetro de 1560 mm, un diámetro interior de 1040 mm y una altura de 180 mm, un material de la pieza de matriz con forma de anillo con un diámetro de 1050 mm, un diámetro interior de 610 mm y una altura de 180 mm, y un material de la pieza con forma de anillo que tiene un diámetro de 620 mm, un diámetro interior de 300 mm y una altura de 180 mm. Los materiales de matriz con forma de anillo así hechos se ajustaron a una dureza de 45 HRC por endurecimiento y templado. La dirección axial fue la dirección de prensado durante el forjado del material a forjar, y la cara de la matriz que se muestra en la figura 3 se formó mecanizando las piezas de matriz en la parte a poner en contacto con el material a forjar.

Posteriormente, se formó la capa de construcción 4 de dos aleaciones súper resistentes al calor de a base de níquel en la cara de la matriz anteriormente descrita. La capa de construcción se formó de la siguiente manera: la capa intermedia 5 que se muestra en la Tabla 1 se sometió a soldadura de construcción, y luego se formó una capa de aleación súper resistente a base de níquel con la composición mostrada en la Tabla 2 sobre un lado de la superficie (superficie de trabajo) que se pondrá en contacto con el material a procesar de la capa intermedia 5.

La soldadura de construcción fue PTA (arco transferido por plasma), y se usó gas Ar para prevenir la oxidación durante la soldadura. Después de la soldadura de construcción, las piezas de matriz con forma de anillo se mecanizaron en la forma de ajuste por contracción. El margen de ajuste por contracción fue de 1,5 mm. El ajuste por contracción se realizó a 400 °C. Luego, las piezas de la matriz se montaron y, finalmente, la superficie de trabajo se sometió a hundimiento de la matriz, formando así una matriz de forjado en caliente.

En matrices de forjado en caliente monolíticas de la técnica anterior, la soldadura de construcción mecánica de partes profundas, tal como una cara de la matriz, es difícil. Por otro lado, la matriz de forjado en caliente de la presente invención permite la soldadura de construcción para cada pieza de matriz, por lo que el tiempo necesario para la soldadura de construcción se redujo en un 55 %. Además, las matrices de forjado en caliente monolíticas de la técnica anterior deben cortarse de los materiales, y el rendimiento es de aproximadamente el 74 %, mientras que la matriz de forjado en caliente de la presente invención alcanzó un rendimiento de aproximadamente el 80 %.

[Tabla 1]

(% en masa)								
	C	Al	Ti	Cr	Co	Mo	W	Fe
Capa intermedia	0,04	-	-	16,0	-	16,0	4,0	5,5
*1: El resto que no se muestra en la tabla está compuesto por Ni e impurezas. *2: Los elementos representados por "-" no se agregan.								

[Tabla 2]

(% en masa)														
	C	Si	Mn	Al	Ti	Cr	Co	Mo	W	Ta	Nb	[B]	[Mg]	[O]
Aleación A	0,04	0,29	0,12	1,1	2,41	18,4	11,4	4,5	3,8	3,9	0,3	20	2	120
Aleación B	0,04	-	-	2,1	2,95	19,2	12,2	5,9	0,9	-	-	-	-	118
*1: El resto que no se muestra en la tabla está compuesto por Ni e impurezas. *2: Los elementos representados por "-" no se agregan. *3: El contenido de los elementos en [] es ppm.														

Posteriormente, utilizando la matriz de forjado en caliente que tiene las dos capas de construcción descritos anteriormente, un material correspondiente a la aleación 718 que es un material de procesamiento resistente fue forjado en caliente en un disco. Cada forjado en caliente se realizó mediante 10 disparos. La presente matriz de forjado en caliente tenía una porción de pestaña 7 y usaba una plantilla de fijación común 6. Como resultado de esto, las piezas de la matriz con forma de anillo periférico exterior se sujetaron de forma más segura y se redujeron el coste de material y el coste de procesamiento de la matriz.

Las condiciones de forjado fueron las siguientes: temperatura de calentamiento para el material a ser forjado fue de 1000 °C, la temperatura de calentamiento de la matriz de 300 °C, y la tasa de presurización fue de 20 mm/seg. La matriz de forjado en caliente se examinó después del forjado en caliente, y no se observaron fallos tales como grietas.

Posteriormente, una pieza de ensayo para la observación de secciones transversales fue tomada de la superficie de trabajo después de la soldadura de construcción, y no se observó sedimentación de la construcción de la aleación A y de la construcción de la aleación B. Los resultados se muestran en la figura 6 (aleación de construcción A) y en la figura 7 (aleación de construcción B). En la figura 7, se observaron asperezas microscópicas y se confirmó el inicio de la sedimentación. Por otro lado, no se observó aspereza en la aleación de construcción A que se muestra en la figura 6, lo que indica que la aleación tiene una resistencia alta.

La matriz de forjado en caliente de la presente invención descrita anteriormente se puede utilizar como una matriz de forjado en caliente de gran tamaño, cambiando el número y la dimensión de las piezas de matriz en forma de anillo periférico exterior.

5 Por lo tanto, una matriz de forjado en caliente, que ha sido producida por corte a partir de varias toneladas de material grande, se puede producir con un buen rendimiento.

10 Además, la matriz de forjado en caliente de la presente invención se puede utilizar como una matriz para forjado en matriz cerrada en caliente de gran tamaño que ha sido difícil de formarse integralmente por la técnica anterior, que se puede usar en condiciones de resistencia a la deformación en caliente del material a procesar es de 300 MPa o más, la temperatura de la superficie de la matriz que se pondrá en contacto con el material a procesar es de 500 °C o más, y la carga axial de compresión es de 150 MN o más.

15 Explicación de las referencias

- 1 matriz de forjado en caliente
2 pieza con forma de anillo periférico externo
3 pieza de matriz de columna
4 capa de construcción
20 5 capa intermedia
6 plantilla de fijación
7 porción de pestaña
8 pieza de matriz en forma de anillo
9 porción escalonada

25

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un matriz de forjado en caliente para el forjado en caliente en matriz cerrada de discos de turbina y discos de motores a reacción de aviones de aleación de níquel o de aleación de titanio, comprendiendo la matriz de forjado en caliente una pluralidad de piezas de matriz en forma de anillo que se combinan de manera concéntrica y se fijan entre sí,
- 10 en la que una porción escalonada para recibir la carga impuesta durante el forjado se forma en al menos uno de una periferia interior o una periferia exterior de al menos una de la pluralidad de piezas de matriz con forma de anillo, en la que una dirección axial de las piezas de matriz con forma de anillo es idéntica a una dirección de prensado cuando se forja el material,
- 15 **caracterizada por que** una cara de la matriz y una capa de construcción de una aleación súper resistente al calor con base de níquel se forman en una parte de la matriz de forjado en caliente, que se pone en contacto con el material a forjar,
- en la que la capa de construcción se forma mediante soldadura de construcción para cada pieza de matriz con forma de anillo en la que se forma la cara de la matriz.
- 20 2. La matriz de forjado en caliente de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la pluralidad de piezas de matriz con forma de anillo se fija mediante ajuste por contracción.
- 25 3. La matriz de forjado en caliente de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que una composición de la capa de construcción es, en términos de % en masa, B en 0,02 % o menos, C en 0,01 a 0,15 %, Mg en 0,01 % o menos, Al de 0,5 a 2 %, Si de 1 % o menos, Mn de 1 % o menos, Ti de 1,5 a 3 %, Cr de 15 a 22 %, Co de 5 a 15 %, Mo de 3 a 6 %, W de 3 a 6 %, Nb a 4 % o menos, Ta de 1 a 7 %, siendo un contenido de Ta solamente o la suma de Ta + 2Nb de 1 a 7 %, y siendo el resto Ni e impurezas.
- 30 4. La matriz de forjado en caliente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la matriz de forjado en caliente está adaptada para formar productos forjados de matriz cerrada en caliente concéntricos que tienen un diámetro superior a 1 metro.
- 35 5. La matriz de forjado en caliente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que una composición de cada una de la pluralidad de piezas de matriz con forma de anillo es en términos de % en masa, C de 0,25 a 0,5 %, N en más de 0 pero 0,03 % o menos, Si en más de 0 pero 1,2 % o menos, Mn en más de 0 pero 0,9 % o menos, Al en 0 a 0,5 %, P en 0 a 0,03 %, S en 0 a 0,01 %, V de 0 a 2,1 %, Cr de 0,8 a 5,5 %, Ni de 0 a 4,3 %, Cu de 0 a 0,3 %, Mo de 0 a 3,0 %, W de 0 a 9,5 %, Co de 0 a 4,5 %, y el resto es Fe e impurezas.

FIG.1

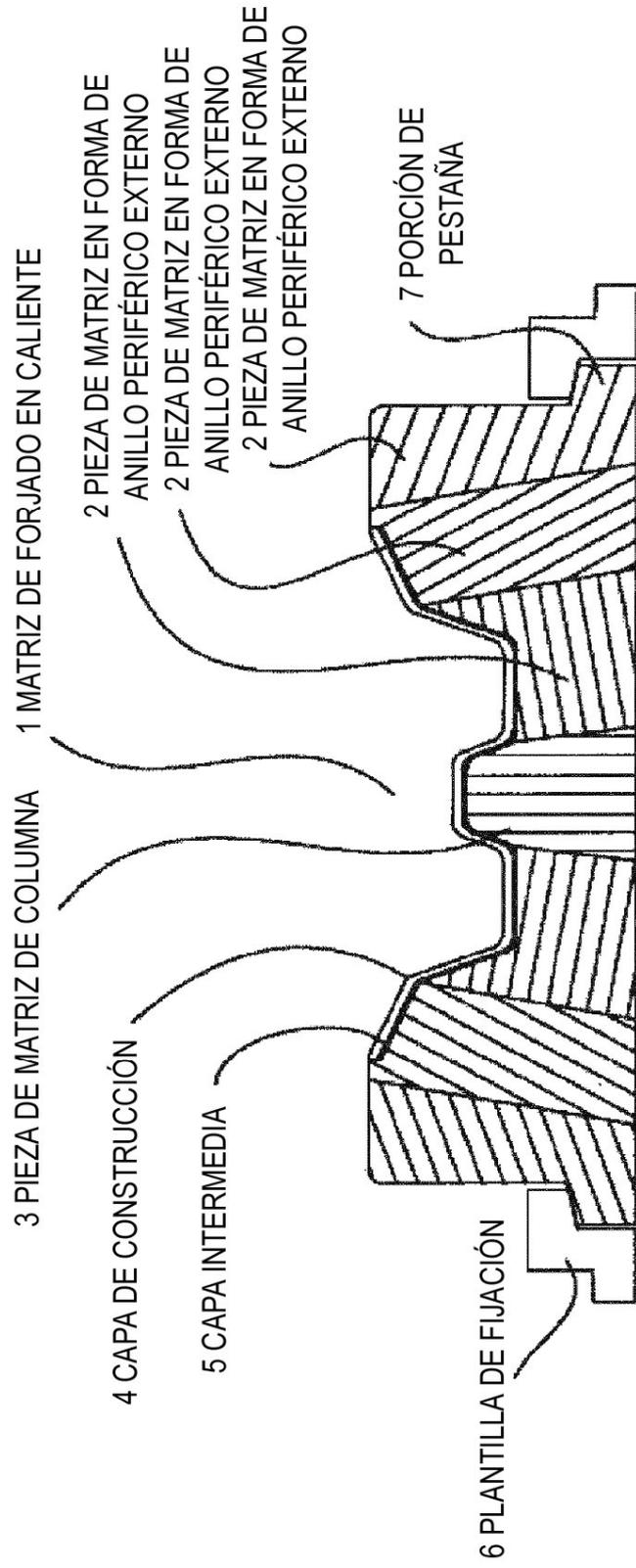


FIG.2

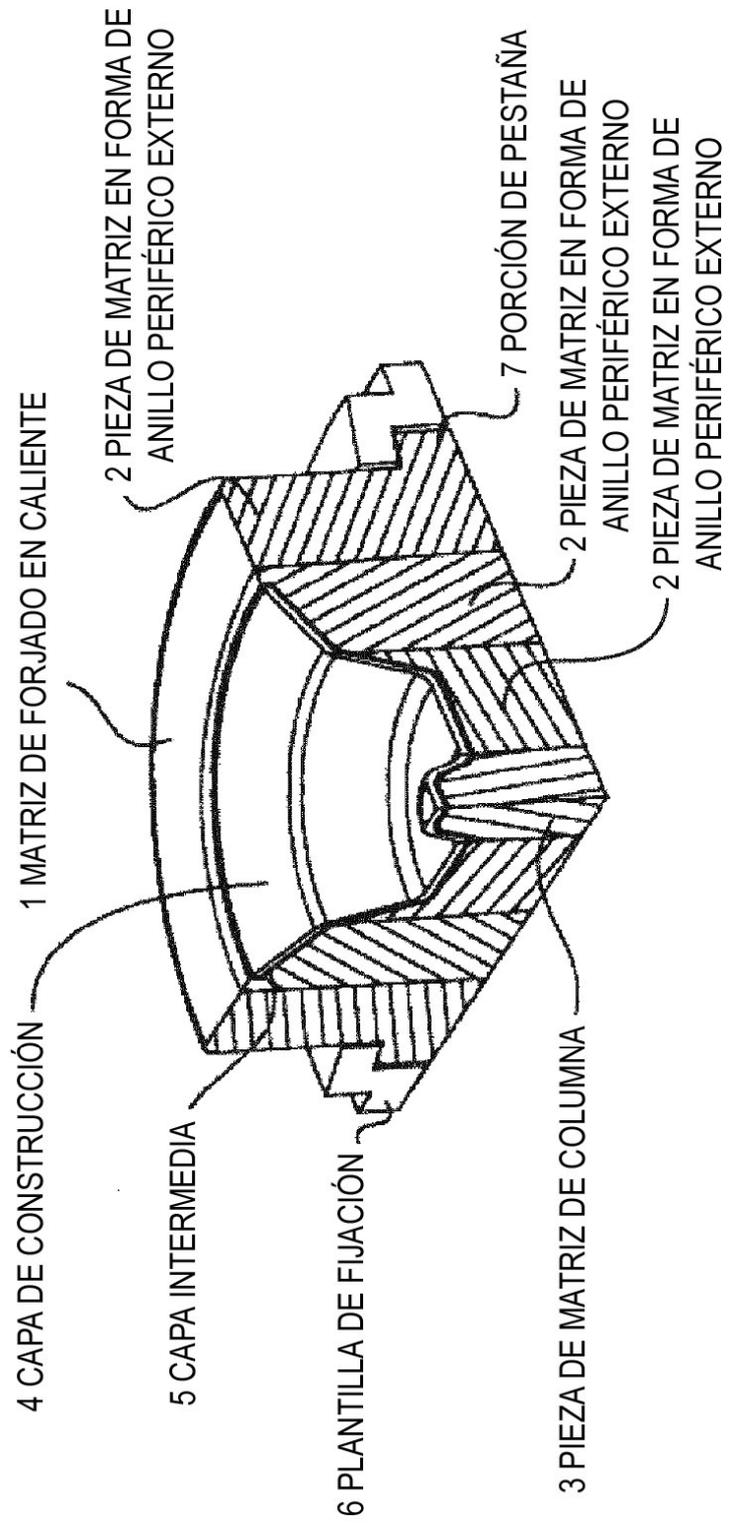


FIG.3

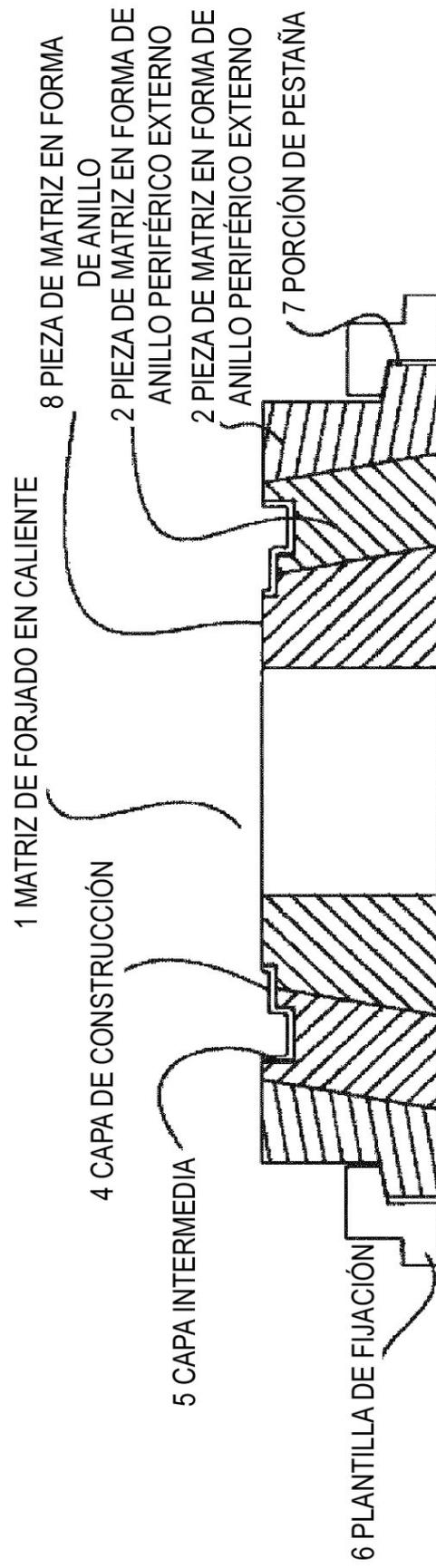


FIG.4

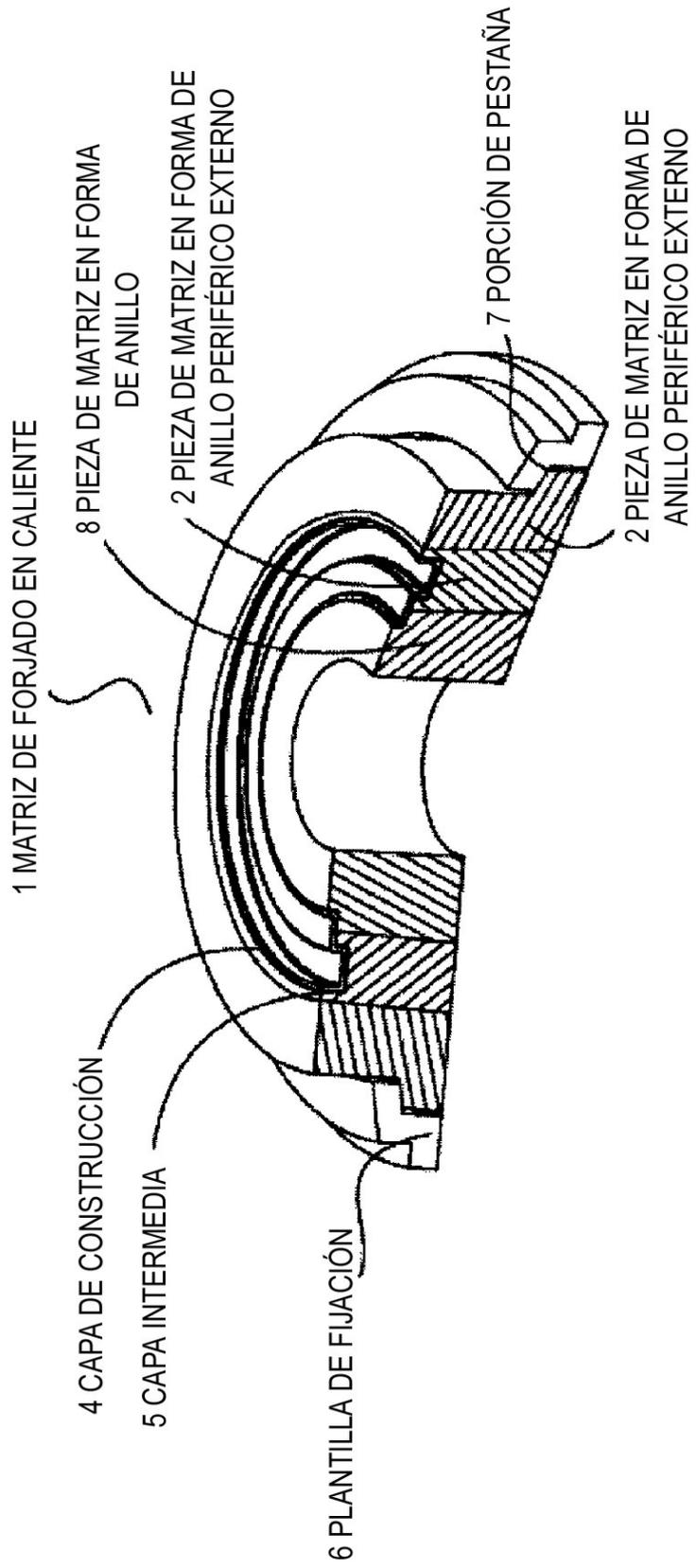


FIG.5

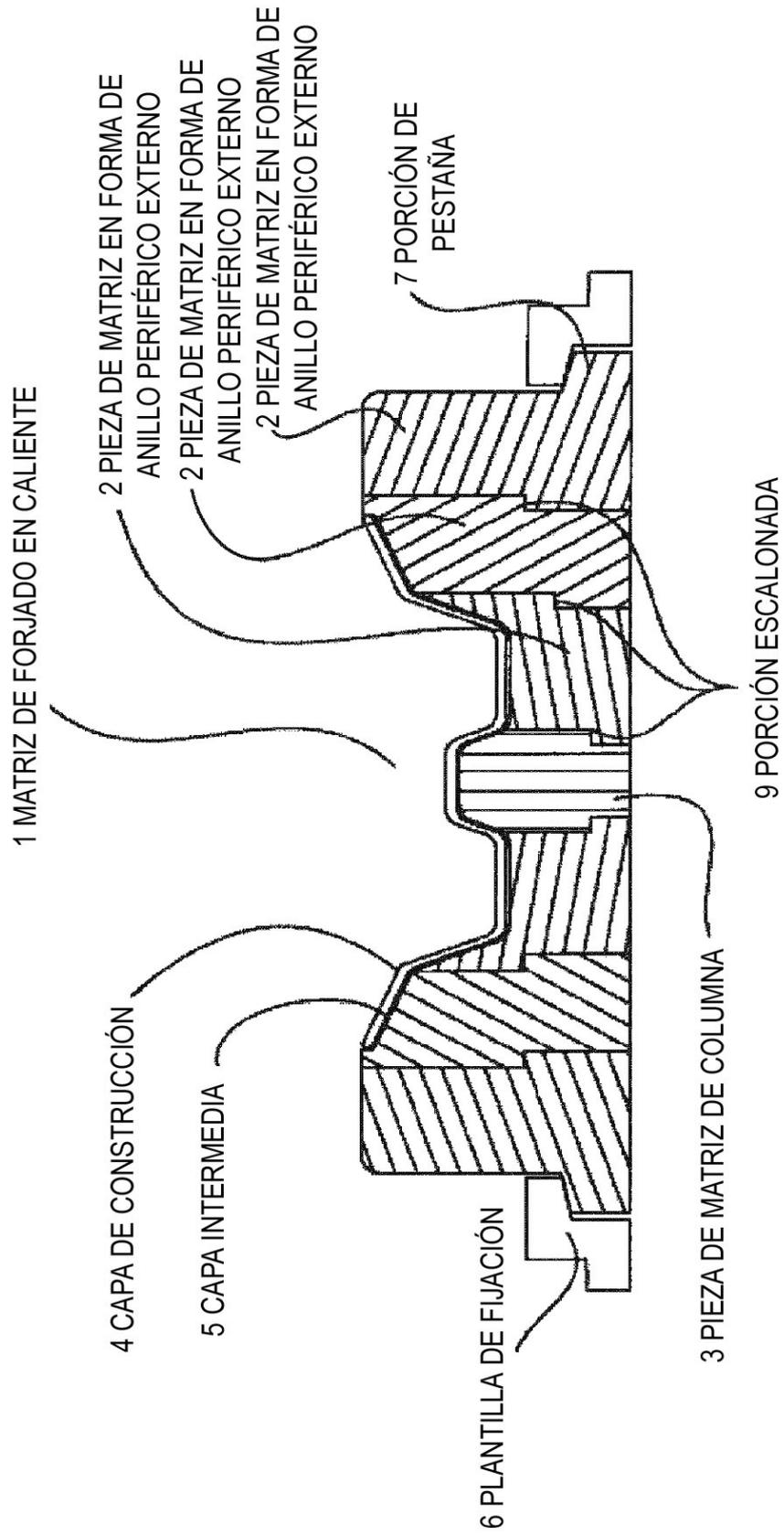


FIG.6

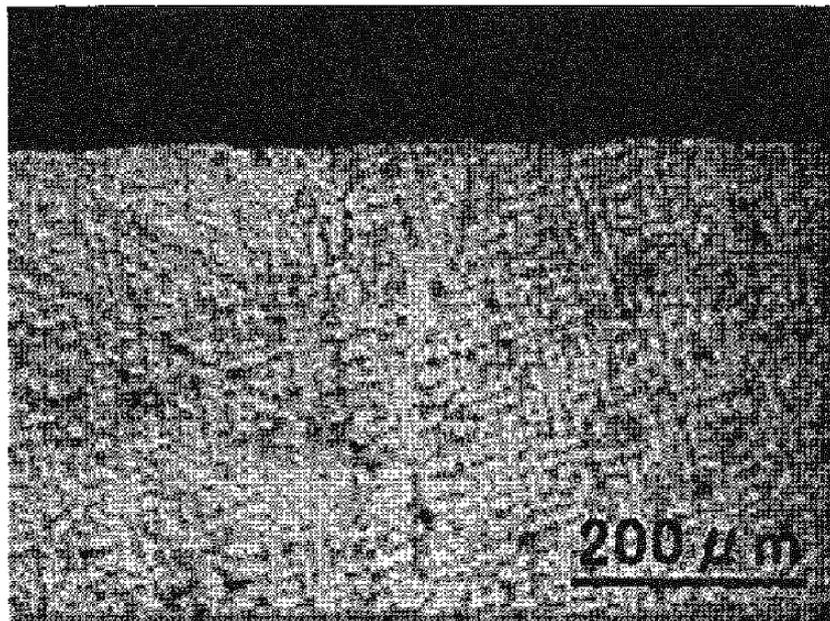


FIG.7

