

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



20 DIC. 1978
Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

11	NUMERO	10	A 1
21	FECHA DE PRESENTACION	0355	

Case F-4459/JS
PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
802 926	2 Junio de 1977	U.S.A.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL C22C	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	----------------------------------------	--------------------------------------

64 TITULO DE LA INVENCION
"UN METODO PARA FABRICAR ARTICULOS MOLDEADOS A PARTIR DE ALEACIONES A BASE DE NIQUEL DE ELEVADA RESISTENCIA Y DUCTIBILIDAD"

71 SOLICITANTE (S)
UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
1 Financíal Plaza Hartford, CT 06101 U.S.A.

72 INVENTOR (ES)
ERIC SMALTZ VOGEL.

73 TITULAR (ES)
UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION

74 REPRESENTANTE
D. JAIME ISERN CUYAS, Agente Oficial de la Propiedad Industrial.

MEMORIA DESCRIPTIVA

El presente invento se refiere a aleaciones a base de níquel de elevada resistencia y baja ductilidad y, más particularmente, a los procesos para la fabricación con estas aleaciones de formas útiles de artículos.

En la industria del motor de turbina de gas, a la que el invento tiene una aplicación particular, el criterio del diseño del motor requiere el empleo de aleaciones con buena resistencia a la temperatura elevada y resistencia a la oxidación. En respuesta a esta necesidad se han desarrollado y utilizado una serie de aleaciones a base de níquel. Sin embargo, desafortunadamente, si bien se han satisfecho las demandas de elevada resistencia, éstas se han obtenido generalmente solo a expensas de la fabricabilidad de la aleación, y en la fabricación de motores a chorro, que comprenden miles de partes individuales de configuración intrincada de estrecha tolerancia, la fabricabilidad de la aleación es un factor principal para determinar la extensión de su utilidad.

La patente estadounidense nº 3.519.503, representa un avance notable en el arte de fabricar aleaciones de elevada resistencia y baja ductibilidad utilizadas comúnmente en los motores de turbina de gas, especialmente aleaciones a base de níquel y cobalto. De conformidad con el procedimiento aquí descrito se extruye o de otro modo se elabora comprensivamente una aleación de elevada resistencia y baja ductibilidad a una temperatura elevada por debajo de la temperatura de recristalización para refinar la estructura de grano y se dispone la aleación en un estado temporal de baja resistencia y elevada ductibilidad, un estado llamado superplástico. A continuación la aleación en el estado superplás-

5. tico temporal se forja isotérmicamente para darle la forma deseada en matrices calientes a una temperatura inferior a la temperatura de recristalización, mientras que se inhibe el desarrollo sustancial de poro. A la aleación formada se le devuelve por último su original estado de elevada resistencia y baja ductibilidad mediante un tratamiento térmico convencional. Otras patentes relativas a este proceso de fabricación son las patentes estadounidenses nº 3.698.219 y 3.987.658.

10. En la fabricación de ciertos componentes de motor, concretamente discos de motor hechos de IN100, con el proceso patentado, se ha encontrado deseable modificar la composición de la aleación en cierto modo de forma que se obtenga un componente fraguado óptimo. La patente estadounidense nº 3.843.421 describe esta composición de aleación IN100 modificada especialmente concebida para utilizarse en el proceso
15. de fabricación patentado.

El presente invento proporciona un procedimiento mejorado para la fabricación de aleaciones a base de níquel de elevada resistencia y baja ductibilidad para obtener artí-
20. culos de forma útil. Resulta especialmente ventajoso en la fabricación de la aleación IN100 modificada descrita en la patente antes citada.

En resumen el presente invento contempla prensar isoestáticamente en caliente la aleación a base de níquel
25. en forma de polvo prealeado para proporcionar un lingote sustancialmente homogéneo y sólido, exhibiendo el lingote elevada resistencia y baja ductibilidad; o sea no siendo superplástico. Luego el lingote de baja ductibilidad prensado se forja isotérmicamente para el conformado en matrices calientes
30. a una temperatura inferior a la temperatura de recristalización normal de la aleación pero dentro de 195°C, llevándose

a cabo la operación de forjado en una sola pasada de forjado que incluye: a) una etapa inicial de lenta deformación en donde el lingote se forja inicialmente con lenta deformación para producir una reducción del espesor de, por lo menos, alrededor del 10%, para efectuar in situ la recristalización y refinamiento de la estructura del grano y disponer el lingote en un estado temporal de baja resistencia y elevada ductibilidad y, b) una etapa de elevada velocidad de deformación siguiendo la reducción inicial en cuya última etapa el forjado del lingote en el estado superplástico temporal se lleva a cabo a una velocidad de deformación mayor para efectuar una mayor reducción del espesor hasta obtener la forma final deseada. En la etapa inicial de forjado es importante que la velocidad de deformación se elija en relación con la temperatura de forjado de modo que la velocidad sea suficientemente lenta para evitar la rotura del lingote prensado durante el desarrollo del estado superplástico. Por el contrario, en la posterior etapa de forjado la velocidad de deformación es generalmente mucho más rápida para asegurar la obtención de las propiedades mecánicas deseadas en el artículo tratado térmicamente.

En una modalidad preferida del invento para fabricar la aleación IN100 modificada, el lingote de baja ductibilidad resultante del prensado isostático en caliente se forja inicialmente en las matrices calientes a una velocidad de deformación lenta de 0, 1 cm/cm/min. o inferior para producir una reducción del espesor de alrededor de 15% a alrededor del 35% para recristalizar y refinar la estructura del grano del lingote e impartirle características superplásticas temporales y luego se forja adicionalmente para obtener la forma final deseada a una velocidad de deformación superior, típi-

camente por encima de 0,1 cm/cm/min., de preferencia entre alrededor de 0,3 cm/cm/min y alrededor de 0,7 cm/cm/min. efectuándose, usualmente, en la etapa de elevada velocidad de deformación una reducción del espesor del 50% o más.

5. Otras ventajas o objetos del presente invento se apreciarán con mayor amplitud a partir de la descripción detallada que sigue de la modalidad preferida.

- La aleación IN100 modificada es de mayor importancia en la fabricación de componentes de motores de turbina de gas, especialmente discos de motor, como resultado de su única combinación de propiedades mecánicas y físicas y mejorada resistencia a la entalladura. Por consiguiente ello ha sido el objeto de numerosas investigaciones experimentales con el fin de proporcionar un procedimiento de fabricación óptimo con el que puedan obtenerse más económicamente artículos configurados, tal como discos de motor, y con la calidad más elevada posible con respecto a propiedades químicas, estructurales y mecánicas, homogeneidad y consistencia. El presente invento proporciona un procedimiento de fabricación mejorado de este tipo.

- De conformidad con el presente invento el proceso de fabricación se inicia formando un lingote de forma relativamente simple a partir de polvo prealeado de aleación IN100 modificada mediante el prensado isostáticamente en caliente de polvo en un contenedor de configuración apropiada, tal como un envase de acero dulce. La relación en lingote producida con este proceso isostático en caliente proporciona notables ventajas en las etapas de elaboración ulteriores ya que el lingote es sustancialmente homogéneo en estructura química y similar, y está sustancialmente exento de porosidad. Evidentemente, los parámetros de prensado isostático en caliente variarán según

sea la aleación a base de níquel particular que se preñse, pero para la aleación IN100 modificada los parámetros están comprendidos, generalmente, dentro de las gamas siguientes: una temperatura entre alrededor de 1038°C y alrededor de 1177°C, 5. una presión entre alrededor de 689,5 bar y alrededor de 2068,5 bar y un tiempo entre alrededor de 15 minutos y alrededor de 4 horas. Se apreciará que el lingote IN100 producido mediante prensado isostático en caliente no se encuentra en un estado superplástico temporal, sino que sigue exhibiendo las características de elevada resistencia y baja ductibilidad de la aleación. 10.

La etapa siguiente en el proceso del invento implica forjar isotérmicamente el lingote de aleación prensado para darle configuración en matrices calientes a una temperatura inferior a la temperatura de recristalización normal de la aleación, pero dentro de unos 195°C. Según se ha explicado anteriormente, mediante el ajuste cuidadoso de los parámetros de forjado tal como la temperatura de forjado y velocidad de deformación, el forjado del lingote para darle configuración puede llevarse a cabo en matrices calientes en una pasada de forjado simple sin interrupción, aún cuando el lingote no esté, inicialmente, en un estado temporal de baja resistencia y elevada ductibilidad. Se ha descubierto que para forjar con éxito de este modo la aleación, la pasada del forjado debe llevarse a cabo en dos etapas distintas caracterizadas como una etapa de lenta velocidad de deformación inicial y una etapa subsiguiente de elevada velocidad de deformación. 15. 20. 25.

La finalidad de la etapa de lenta velocidad de deformación inicial es la de reducir inicialmente el lingote de aleación según una medida menor pero crítica con el fin de recristalizar y refinar in situ la estructura del grano del lingote y disponer el lingote en un estado superplástico tem- 30.

- poral, o sea, un estado de baja resistencia y elevada ductibilidad. Se ha descubierto, inesperadamente, que la reducción del espesor de tan poco como de alrededor del 10% (de preferencia del 15 al 35%) bajo condiciones apropiadas de temperatura y
5. velocidad de deformación induce a que el lingote de aleación se vuelva temporalmente superplástico. Sin embargo, durante esta reducción inicial, se descubrió también que la relación entre la temperatura de forjado y velocidad de deformación era muy importante. Por ejemplo, se ha encontrado que para
10. una temperatura de forjado particular resulta existir una gama de velocidad de deformación crítica reducida sobre la cual se producirá la rotura del lingote de aleación durante la reducción inicial, pero que por debajo de esta gama no se observa rotura. Si bien la gama de velocidad de deformación crítica varía en
15. algo con la temperatura de forjado para aleación IN100 modificada, se ha encontrado que velocidades de deformación de 0,1 cm/cm/min. o inferiores proporcionan la mayor seguridad contra la rotura del lingote durante el desarrollo del estado superplástico mientras se produce la reducción inicial del
20. espesor. Durante la reducción inicial velocidades superiores a 0,1 cm/cm/min. son más susceptibles de producir rotura y por consiguiente, deben evitarse.

- Una vez que el lingote prensado adopta el estado superplástico temporal se inicia la etapa de forjado de deformación a elevada velocidad en donde se efectúa una reducción
25. mayor del espesor, típicamente del 50% o más, para darle la forma final deseada. Debido a que el lingote de aleación tiene una ductibilidad muy elevada pueden utilizarse velocidades de deformación elevadas para obtener una mayor reducción. Sin
30. embargo, se ha encontrado que en esta etapa se requiere cierta velocidad de rápida deformación mínima para desarrollar con-

sistentemente propiedades óptimas, tal como cesión y resistencia a la tracción, en el artículo térmicamente tratado. Por ejemplo, en forjados adicionales, el lingote IN100 modificado, después que asume el estado superplástico, se consideran necesarias velocidades de deformación superiores a 0,1 cm/cm/min. para desarrollar cesiones y resistencias a la tracción deseables. Para desarrollar propiedades óptimas de tratamiento térmico se prefiere una velocidad de deformación entre alrededor de 0,3 cm/cm/min. y alrededor de 0,75 cm/cm/min. Se considera que la velocidad de elevada deformación mínima requerida proporciona un nivel crítico de trabajo térmico-mecánico en la aleación y una estructura de grano o dislocación óptima correspondiente que es susceptible al tratamiento térmico.

Evidentemente, después que se ha forjado el artículo final la relación puede volver a su estado normal de elevada resistencia y dureza mediante un tratamiento térmico convencional que incluye un tratamiento térmico en solución, tal como 1121°C para IN100, y tratamiento térmicos de estabilización y precipitación.

El ejemplo que sigue es ilustrativo de un procedimiento de fabricación de conformidad con el presente invento.

EJEMPLO 1

Se prensó isostáticamente en caliente polvo de IN100 modificado y prealeado en argón a presión a una temperatura de 1121°C y una presión de 1034,25 bar durante 2 horas para proporcionar un lingote homogéneo y sólido para el forjado. El lingote no estuvo en un estado superplástico después del prensado en caliente. Luego se calentó a 1107°C el lingote prensado y se dispuso en matrices de forjado calientes. La etapa inicial de forjado se llevó a cabo a una velocidad de deformación de 0,1 cm/cm/min. para producir una reducción del

espesor del 25% cuya reducción resultó en la recristalización y refinamiento in situ de la estructura del grano del lingote y dispuso el lingote en un estado temporal de baja resistencia y elevada ductibilidad. Al alcanzar una reducción del
5." espesor del 25% se aumentó la velocidad de deformación hasta 0,5 cm/cm/min. y se obtuvo la forma final mediante una reducción del espesor adicional del 50%. Después del forjado se trató térmicamente de forma convencional la forma IN 100 y se probó la resistencia a la tracción y deslizamiento a
10." 704°C. Los resultados de las pruebas indicaron que la forma IN100 producida con el procedimiento del invento excedió las propiedades mínimas requeridas para un disco de motor de turbina de gas.

Si bien las velocidades de deformación específicas y reducciones anteriormente expuestas se han cuantificado
15." con respecto a la aleación IN100 modificada, se considera que los límites generales serán elaborables con otras aleaciones a base de níquel de elevada resistencia y baja ductibilidad así como, por ejemplo, en las expuestas en la patente estadounidense 3.519.503. Por ejemplo, se prevee que una reducción
20." del espesor de por lo menos el 10% de la mayor parte de aleaciones a base de níquel de elevada resistencia y baja ductibilidad en la etapa de forjado inicial será suficientes para que adopten el estado superplástico temporal. Asimismo, muy
25." probablemente serán también elaborables con las otras aleaciones a base de níquel velocidades lentas de deformación inferiores a 0,1 cm/cm/min. y elevadas velocidades de deformación superiores a 0,1 cm/cm/min.

Si bien el invento se ha mostrado y descrito con respecto a sus modalidades ilustrativas, se entenderá por los
30." expertos en el arte que podrán efectuarse los cambios prece-

dentes y otros sin por ello apartarse del alcance del invento.

- . -

N O T A

Descrito el objeto del presente invento se declaran
5. como nuevas y de propia invención las siguientes reivindicaciones;

- 1.- Un método para fabricar artículos moldeados a partir de aleaciones a base de níquel de elevada resistencia y baja ductibilidad, caracterizado por comprender:
 10. a) prensar isostáticamente en caliente la aleación en forma de polvo prealeada para proporcionar un lingote sólido y sustancialmente homogéneo, exhibiendo dicho lingote prensado elevada resistencia y baja ductibilidad;
 - b) forjar isotérmicamente el lingote de aleación prensado
15. en matrices calientes a una temperatura inferior a la temperatura de recristalización normal de la aleación pero dentro de 1950C en una sola pasada de forjado que incluye:
 - 1) una etapa de lenta deformación inicial que comprende forjar inicialmente el lingote de aleación prensado a una
20. lenta velocidad de deformación para producir una reducción del espesor de, por lo menos, el 10% y efectuar in situ la recristalización y refinamiento de la estructura del grano del lingote para que el lingote adopte un estado temporal de baja resistencia y elevada ductibilidad, eligiéndose la velocidad de deformación en relación a la temperatura de forjado
25. de modo que la velocidad sea suficientemente lenta para impedir la rotura del lingote de aleación durante dicha reducción inicial, y
 - 2) una etapa de elevada velocidad de deformación después de la
30. reducción inicial incluyendo forjado continuado del lingote a una velocidad de deformación aumentada para producir una

- mayor reducción del espesor hasta la forma final deseada mientras que el lingote está en dicho estado temporal, siendo la velocidad de deformación utilizada superior a la empleada en la etapa de reducción inicial para asegurar el desarrollo de las propiedades mecánicas deseables en el artículo tratado térmicamente.
5. 2.- Un método, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la velocidad lenta de deformación inicial es de alrededor de 0,1 cm/cm/seg. a lo sumo.
10. 3.- Un método, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la elevada velocidad de deformación es superior a 0,1 cm/cm/min.
15. 4.- Un método, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la aleación a base de níquel que se fabrica es aleación IN100 modificada.
- 5.- Un método, de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque el forjado inicial a una lenta velocidad de deformación produce una reducción del espesor entre alrededor de 15% y alrededor del 35%.
20. 6.- Un método, de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque la lenta velocidad inicial de deformación es de 0,1 cm/cm/min. a lo sumo y la elevada velocidad de deformación está comprendida entre alrededor de 0,3 cm/cm/min y alrededor de 0,75 cm/cm/min.
25. 7.- Un método, de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque la relación se fabrica para que adopte forma de un disco de motor de turbina de gas.
- 8.- Un método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la fabricación de artículos moldeados a partir de aleación IN100 modificada comprende:
30. a) prensar isostáticamente en caliente la aleación en polvo

prealeada para proporcionar un lingote sólido y sustancialmente homogéneo, exhibiendo dicho lingote prensado elevada resistencia y baja ductibilidad;

5. b) forjar isotérmicamente el lingote de aleación prensado en matrices calientes a una temperatura comprendida entre alrededor de 982°C y 1149°C en una sola pasada de forjado que incluye:

10. 1) una etapa inicial de lenta velocidad de deformación que comprende forjar inicialmente el lingote de aleación a una velocidad de deformación de 0,1 cm/cm/min. a lo sumo para producir una reducción del espesor de por lo menos el 10% y efectuar in situ la recristalización y el refinado de la estructura del grano del lingote para que el lingote adopte un estado temporal de baja resistencia y elevada ductibilidad; y

15. 2) una etapa de elevada velocidad de deformación seguida de la reducción inicial que incluye el forjado continuado del lingote a una velocidad de deformación aumentada entre alrededor de 0,3 cm/cm/min. y alrededor de 0,75 cm/cm/min. para producir una reducción principal del espesor hasta obtener la forma final deseada mientras que el lingote se encuentra en dicho estado temporal.

25. 9.- Un método, de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque la reducción inicial del espesor está comprendida entre alrededor del 15% y alrededor del 35%.

10.- Un método, de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque se elabora la aleación para que adopto forma de un disco de motor de turbina de gas.

30. 11.- Un método para fabricar artículos moldeados a partir de aleaciones a base de níquel de elevada resistencia y ductibilidad.

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de 13 hojas forliadas y escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, a 31 MAYO 1978

JAIME ISERN
p.p.

Firmado: JOSE F. NIETO