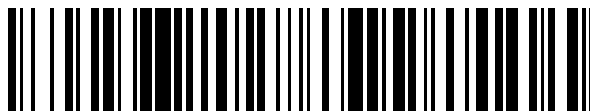


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 611 330**

21 Número de solicitud: 201531582

51 Int. Cl.:

**B21J 5/00** (2006.01)

**B21C 23/00** (2006.01)

**C22F 1/04** (2006.01)

12

## SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**04.11.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**08.05.2017**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA (100.0%)**  
**Campus de Arrosadía s/n - OTRI, Edificio de**  
**Rectorado**  
**31006 Pamplona (Navarra) ES**

72 Inventor/es:

**SALCEDO PÉREZ, Daniel;**  
**LUIS PÉREZ, Carmelo Javier;**  
**FUERTES BONEL, Juan Pablo;**  
**PUERTAS ARBIZU, Ignacio;**  
**LURI IRIGOYEN, Rodrigo y**  
**LEÓN IRIARTE, Javier**

74 Agente/Representante:

**ILLESCAS TABOADA, Manuel**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de levas con estructura de grano submicrométrica y/o nanométrica y sección transversal maciza.**

57 Resumen:

Procedimiento de fabricación de levas con estructura de grano submicrométrica y/o nanométrica y sección transversal maciza.

La presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de levas de sección transversal maciza con estructura de grano submicrométrica y/o nanométrica que comprende el procesado de preformas de un material de partida mediante deformación plástica severa (SPD) por extrusión en canal angular (ECAP), y el posterior forjado isotérmico de dicha preforma procesada, mediante la aplicación de una matriz de estampación de forjado configurada para aplicar una determinada geometría a la preforma mediante su forjado. Las levas obtenidas mediante el procedimiento de la invención presentan propiedades mecánicas mejoradas en cuanto a mayor resistencia, dureza o tenacidad, así como propiedades funcionales mejoradas, derivadas de su estructura submicrométrica y/o nanométrica. Asimismo, su fabricación se realiza con mayor facilidad debido a la mejora en la forjabilidad de los materiales a estampar.

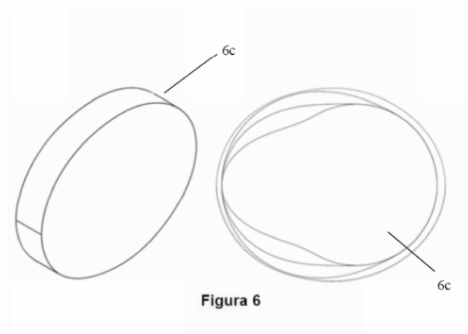


Figura 6

## **DESCRIPCIÓN**

### **PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE LEVAS CON ESTRUCTURA DE GRANO SUBMICROMÉTRICA Y/O NANOMÉTRICA Y SECCIÓN TRANSVERSAL MACIZA**

5

#### **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere al sector técnico de la industria metalmecánica. Más concretamente, la invención se enmarca dentro de las técnicas de formación de piezas mecánicas mediante forjado industrial isotérmico, a partir de materiales de partida sometidos previamente a procesos de deformación plástica severa.

10

#### **ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR**

En los últimos años, ha habido un creciente interés en el desarrollo de procesos para la obtención de materiales con estructura submicrométrica y/o nanométrica. Dichos materiales presentan unas propiedades mecánicas y una microestructura (como por ejemplo, resistencia mecánica, límite elástico y su dureza) que resultan atractivas de cara a posibles aplicaciones de interés industrial. De entre todos los procesos de deformación plástica severa (SPD) desarrollados hasta la actualidad, el más relevante e interesante continúa siendo la extrusión en canal angular (en inglés, Equal Channel Angular Extrusion/Pressing, ECAE/ECAP). Dicho proceso fue inicialmente desarrollado en la antigua Unión Soviética (en 1972) por parte de V.M. Segal [V.M. Segal et al., Russian Metallurgy, Vol. 1, 1981, pp. 99-105] y consiste en hacer pasar el material a través de una matriz con dos canales, uno de entrada y otro de salida aproximadamente iguales, que se intersectan en un ángulo que varía, generalmente, entre 80° y 135°. Otros ejemplos relevantes de estas técnicas pueden consultarse en los siguientes trabajos: R.Z. Valiev et al., "Progress in material science", Vol. 45 (2), 2000, pp. 103-189; A. Azushima et al.; CIRP Annals "Manufacturing Technology", Vol. 57, Issue 2, 2008, pp. 716-735 y R.Z. Vailev et. Al, "Progress in Materials Science", volume 51, Issue 7, pp. 881-981.

20

25

Aunque existen diferentes trabajos de investigación y otros documentos técnicos acerca del proceso de ECAP, la mayor parte de ellos se centran en el estudio de las mejoras que se consiguen en las propiedades mecánicas de los materiales que así se procesan, así como en la caracterización de su microestructura resultante. Sin embargo, el número de artículos y

30

otros documentos técnicos centrados en la obtención de elementos mecánicos de aplicación práctica a partir de material procesado por ECAP es pequeño. Algunos ejemplos de fabricación de elementos mecánicos nanoestructurados encontrados en la bibliografía son los que se enumeran a continuación: Lee et al. [J.H. Lee et al., CIRP Annals - Manufacturing Technology, Vol. 57 (1), 2008, pp. 261-264] fabrican un rodete con alabes de pequeño espesor a partir de una aleación de magnesio AZ31 previamente procesada por ECAP y que, posteriormente, es forjada en caliente a una temperatura de 300 °C, usando como material de partida esta misma aleación de magnesio procesada hasta un total de cuatro veces por ECAP a una temperatura de 250 °C. Cisar et al. [L. Cisar et al., Materials Transactions, Vol. 44 (4), 2003, pp. 476-483] fabrican un componente de dirección para automóvil mediante un proceso de forja a 150 °C. Kim et al. [W.J. Kim et al., Materials Science and Engineering: A, Vol. 487 (1- 2), 2008, pp. 360-368] fabrican un engranaje por micro-extrusión en caliente, a unas temperaturas de 170 °C y 280 °C, a partir de una aleación de aluminio 6061 procesada doce veces por ECAP. Puertas et al. [I. Puertas et al., Materials and Design, Vol. 52, 2013, pp. 774-784] fabrican álabes curvos de estructura submicrométrica, obtenidos a partir de una aleación de aluminio 1050 procesada por ECAP y, posteriormente, sometida a un proceso de forja isoterma, para una turbina de tipo Francis. Además, se han encontrado varios trabajos en los que se describe la fabricación de tornillos a partir de material previamente procesado por ECAP, tales como los llevados a cabo por Choi et al. [J.S. Choi et al., International Journal of Mechanical Sciences, Vol. 52 (10), 2010, pp. 1269-1276], Yanagida et al. [A. Yanagida et al., Journal of Materials Processing Technology, Vol. 201 (1-3), 2008, pp. 390-394] y Jin et al. [Y.G. Jin et al., Materials Science and Engineering: A, Vol. 530, 2011, pp. 462-468.]. Sin embargo, no se ha encontrado ningún artículo que trate acerca de la fabricación de levas a partir de material previamente procesado por ECAP.

Aunque existen patentes acerca de procesos de fabricación de levas, no se ha encontrado ninguna que trate acerca de la fabricación de levas a partir de material previamente procesado con algún tipo de proceso de deformación plástica severa (SPD). Muchas de las patentes encontradas se refieren al empleo en su fabricación de procesos de forja en frío o en caliente, tales como: CN104148574 (A) [N. Xu, "Precise cold forging formed cam sheet manufacturing method", 2014], JP2011167766 (A) [K. Tanabe, "Method for manufacturing cam by cold forging, 2011] y DE102007023087 (A1) [D. Even et al., "Manufacturing cam for built-up cam shaft used in vehicle engine, employs steel of specified carbon content, hot or cold deformation, tempering and hardening operations", 2008], así como de técnicas de

pulvimetalurgia, tales como: US4851189 (A) [J. Dönch et al., "Method of manufacturing cams by powder metallurgy", 1989] y DE4307562 (A1) [A. Fischer, "Method of manufacturing a cam of a built-up camshaft, in particular for the valve gear of an internal combustion engine", 1994]. Por otro lado, la patente ES2498540 (A2) [C.J. Luis et al., "Procedimiento de fabricación de elementos mecánicos de geometría hueca con estructura submicrométrica o nanométrica", 2014], a nombre de los solicitantes de la presente invención, se refiere a un procedimiento de fabricación de elementos mecánicos con geometría interior hueca (denominados genéricamente anillos) de estructura submicrométrica y/o nanométrica.

La presente invención está específicamente orientada a la obtención de levas de sección transversal maciza con propiedades mecánicas y funcionales mejoradas (resistencia mecánica, límite elástico y dureza) frente a otros elementos del estado de la técnica. Como se verá a continuación, la obtención de dichas levas mediante el procedimiento descrito en la presente invención mejora, además de las propiedades de las piezas finales, también las condiciones del propio proceso de forjado frente a otros métodos del estado de la técnica.

## DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCION

Un primer objeto de la presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de levas con estructura de grano submicrométrica y/o nanométrica y sección transversal maciza, con propiedades mecánicas mejoradas.

A los efectos de la presente invención debe entenderse que la expresión "tamaño de grano" se refiere a las dimensiones medias de los policristales que forman un metal o aleación metálica. Asimismo, la expresión "submicrometrico" equivale a "menor que  $1\mu\text{m}$ " y "nanométrico" equivale a "menor o igual que  $0,3\mu\text{m}$ ".

Dicho procedimiento de fabricación según un primer aspecto de la invención comprende procesar metales y aleaciones metálicas mediante SPD por ECAP y someter posteriormente dichos materiales a procesos de forjado isotérmico (procedimiento de forja en el que se utilizan troqueles a una temperatura igual a la de las piezas a obtener) para obtener levas con estructura de grano submicrométrica y/o nanométrica.

Las levas de sección maciza obtenibles por dicho procedimiento según la invención son, por ejemplo y sin carácter limitativo: levas de motores de inyección, levas de frenos de levas,

levas para aplicaciones en motores con control electrónico independiente, y/o levas para aplicaciones en ambientes corrosivos. Asimismo, dichas levas pueden estar provistas, o no, de paradas. Este primer objeto de la presente invención se alcanza mediante un procedimiento de fabricación de las levas con estructura submicrométrica y/o nanométrica y sección transversal maciza, que comprende los siguientes pasos:

- procesar una preforma de un material de partida mediante deformación plástica severa (SPD) por extrusión en canal angular (ECAP);
- someter dicha preforma procesada a un forjado isotérmico, mediante la aplicación de al menos una matriz de estampación, configurada para aplicar una determinada geometría requerida a la preforma y obtener, por forjado, levas.

Con dicho procedimiento se consiguen levas macizas mejoradas (con mayor resistencia, dureza y/o tenacidad) y propiedades funcionales mejoradas, como consecuencia de su estructura de grano submicrométrica y/o nanométrica. Asimismo, dicho procedimiento según la invención hace más sencilla la obtención de levas, al mejorarse la fluencia de las preformas procesadas que resulta en una mejora de su forjabilidad.

En una realización preferente de la invención, la preforma comprende una selección de los siguientes materiales o de aleaciones de los mismos, individualmente o en combinación: aluminio, acero, magnesio y titanio. Dichos materiales son aptos tanto para su procesado por ECAP, como para su posterior forjado, siendo además materiales de una alta aplicación industrial, cuyas propiedades mejoran notablemente gracias al procedimiento de la invención.

Preferentemente, el procesado por ECAP y/o el forjado isotérmico se pueden realizar tanto a temperatura ambiente, como a una temperatura distinta a la temperatura ambiente. Para este último caso, dicho procesado por ECAP y/o dicho forjado se realiza a una temperatura preferentemente comprendida entre 100 °C y 1200 °C, siendo este rango de temperaturas apto para la obtención, por ejemplo y sin carácter limitativo, de levas para motores de inyección, levas para frenos de levas, levas para aplicaciones en motores con control electrónico independiente, levas para ambientes corrosivos.

El forjado isotérmico se realiza, preferiblemente, mediante la aplicación de una matriz superior de estampación y una matriz inferior de estampación. Asimismo, la preforma de material de partida puede tener opcionalmente forma de probeta.

En otra realización preferente de la invención, la preforma de material de partida se procesa varias veces seguidas por ECAP (es decir se extruye en varias pasadas de extrusión) para incrementar el valor de su deformación plástica acumulada. El procesado por ECAP se realiza preferentemente mediante la aplicación de entre una y cincuenta pasadas de extrusión. La aplicación de una pluralidad de pasadas resulta eficaz para la homogenización del material procesado en el grano submicrométrico y/o nanométrico obtenido. Dichas pasadas se pueden aplicar mediante diferentes rutas de ECAP en función del material de partida procesado, tales como una ruta de extrusión de tipo A (consistente en aplicar pasadas de ECAP sin rotación de la preforma), extrusión de tipo B (consistente en rotar 90° a la preforma en relación al eje longitudinal de la misma tras cada etapa de extrusión en canal angular), extrusión de tipo C (que comprende la rotación de la preforma 180° sobre su eje de extrusión entre cada pasada) o extrusión de tipo Bc (que comprende cuatro pasadas, con un giro de 180° sobre su eje longitudinal, tras la primera pasada, seguido de otro giro de 90° sobre dicho eje longitudinal, tras la segunda pasada, y un último giro de 180° sobre el eje longitudinal, tras la tercera pasada ). Más preferentemente, el procesado de la preforma se realiza a una velocidad comprendida entre 10 y 1000 mm/min.

En diferentes realizaciones de la invención, la preforma o la leva obtenida pueden ser sometidas a mecanizado, así como a una selección de los siguientes tratamientos térmicos, individualmente o en combinación: alivio de tensiones, recristalización, temple y endurecimiento por precipitación. Ello mejora las propiedades físicas estructurales y superficiales de los materiales obtenidos en los diferentes pasos del procedimiento, lo que redundará en la mejora de las propiedades del elemento mecánico final. Dicho elemento final también puede ser sometido a tratamientos superficiales, como por ejemplo tratamientos anti-corrosión o anti-desgaste.

Por su parte, las matrices de estampación empleadas en el presente procedimiento pueden utilizarse bien solas o bien alojadas en portamatrices, en función de las características específicas del proceso aplicado, o de la prensa de estampación utilizada, pudiendo ser ésta, por ejemplo, hidráulica o mecánica. Asimismo, las matrices de estampación pueden comprender uno o más expulsores para la extracción de elementos mecánicos, así como estar configuradas para la forja simultánea de dos o más elementos mecánicos en cada etapa de forjado.

Para el calentamiento de las matrices de estampación, es posible utilizar medios tales como sistemas basados en resistencia eléctrica o sistemas basados en inducción eléctrica, pudiendo también calentarse las preformas de forma externa, para ser posteriormente introducidas en la matriz de estampación.

5

Para la mejora en el paso de forjado isotérmico, es posible también aplicar a la preforma procesada un lubricante, tal como teflón en spray, disulfuro de molibdeno, vidrio, nitruro de boro o grafito.

- 10 Finalmente, otro objeto adicional de la invención son las levas de sección transversal maciza obtenibles a partir de un procedimiento según cualquiera de las realizaciones descritas en la presente solicitud, que presentan estructura de grano submicrométrica y/o nanométrica, y que preferentemente poseen una deformación plástica acumulada ( $\epsilon$ ) comprendida entre 0,5 y 100 y, más preferentemente, entre 1 y 20. Asimismo, dichas levas pueden tener, o no,
- 15 simetría con respecto a un plano.

## DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- La Figura 1 muestra una posible configuración de las matrices de estampación empleada en un procedimiento de acuerdo con la presente invención.
- 20

La Figura 2 muestra una posible configuración de una matriz inferior de estampación empleada para la fabricación de las levas en un procedimiento de acuerdo con la presente invención.

25

La Figura 3 muestra una posible configuración de una matriz superior de estampación empleada para la fabricación de las levas en un procedimiento de acuerdo con la presente invención.

- 30 La Figura 4 muestra una posible configuración de una preforma empleada para la fabricación de las levas en un procedimiento de acuerdo con la presente invención.

La Figura 5 muestra una posible configuración de leva sin parada, obtenida según un procedimiento de acuerdo con la presente invención.

35

La Figura 6 muestra una posible configuración de leva con parada, obtenida según un procedimiento de acuerdo con la presente invención.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

5

La presente invención se refiere a un procedimiento que comprende la aplicación de deformación plástica severa y, específicamente, de la extrusión en canal angular, para la obtención de preformas de materiales de partida altamente deformados, con el objetivo de ser empleados posteriormente en procesos de forjado isotérmico para la producción de  
10 levas. Dichas levas presentan, gracias a su obtención mediante un procedimiento según la presente invención, propiedades mecánicas superiores a las obtenidas mediante métodos convencionales de forja, como son, por ejemplo, mayor resistencia mecánica, mayor límite elástico y mayor dureza. Asimismo, con el procedimiento propuesto se obtienen levas que presentan un afinamiento de grano significativo, siendo éste submicrométrico y/o  
15 nanométrico, con la consiguiente mejora en las propiedades funcionales de los mismos, que hacen, además, más sencilla su obtención, dado de que el propio forjado de estos materiales se realiza con mayor facilidad, dada la mejora en la fluencia de las preformas procesadas.

20

Preferentemente, para llevar a cabo el forjado isoterma de los materiales se emplea una prensa en la que se alojan matrices de estampación como las mostradas, a modo de ejemplo, en las Figuras 1 a 3, donde se aprecia una pluralidad de estampados diferentes en la matriz, que puede dar lugar a piezas 6a, 6b y 6c de distinta geometría (como las mostradas en la Figura 5 y en la Figura 6). Cabe destacar, no obstante, que es posible  
25 emplear cualquier otro tipo de geometría en las matrices de estampación para la fabricación de las levas, según se requiera en el diseño de la leva.

30

La matriz de estampación mostrada en dichas Figuras 1 a 3 comprende, en esta realización no limitativa de la presente invención, una matriz superior 3 y una matriz inferior 4 dispuestas de forma enfrentada entre sí y que están provistas de guías 1 y huellas 2, así como de orificios 5 destinados a alojar un termopar.

35

La preforma procesada mostrada en la figura 4 puede provenir de una extrusión en canal angular en la que ha sido sometido a una o a varias pasadas de ECAP, realizadas tanto a temperatura ambiente como a temperatura distinta de la temperatura ambiente. Dicho



material podrá ser mecanizado, con objeto de disponer de preformas que encajen dentro de las cavidades de las matrices de estampación para la realización del forjado isotérmico.

Una vez que dicha preforma de material de partida es procesada por SPD/ECAP, se hará la  
5 estampación de las levas mediante forjado isotérmico, empleando matrices especialmente diseñadas para ello, similares a las que se muestran en: Figura 1-Figura 3, pudiendo variar la geometría de dichas matrices para la fabricación de distintas geometrías de levas. La fabricación de las levas podrá consistir en una o varias etapas de forjado, en función de la complejidad de las mismas así como de las propiedades mecánicas de la preforma  
10 procesada que va a ser forjada.

Una vez que las levas se han fabricado, puede ser necesario realizar operaciones de mecanizado y/o de acabado sobre las levas con objeto de obtener la geometría final deseada.  
15

Las temperaturas a las que se realiza la forja isotérmica podrán variar, en función de las características del material de partida del que está hecho la preforma y de la geometría de las levas. Asimismo, podrán impartirse tratamientos térmicos a las preformas procesadas que van a ser forjadas con objeto de facilitar la conformación de las mismas.  
20

Como se ha indicado anteriormente, mediante el empleo de forjado isotérmico sobre material que ha sido previamente procesado mediante SPD por ECAP, las levas obtenidas presentan propiedades mecánicas mejoradas.

25 Para ejercer la fuerza de compresión necesaria para procesar la preforma de material de partida, se puede emplear una prensa hidráulica en la que se alojarán las matrices de estampación, aunque también sería posible el empleo de otro tipo de prensas. Las matrices de estampación empleadas pueden ser como las mostradas en: Figura 1-Figura 3, las cuales poseen varias cavidades para la fabricación de diferentes tipos de levas o podrían  
30 presentar un número diferente de cavidades en función de la capacidad de la prensa y del tipo de geometría que se quiera fabricar. Dichas matrices podrán, o no, estar alojadas en portamatrices. Como medio de calentamiento se podrá emplear resistencias calefactoras o inductores, entre otros sistemas de calentamiento, con objeto de que a partir de una temperatura de consigna sean capaces de aumentar la temperatura para realizar el forjado  
35 isotérmico. Una vez que ha terminado cada etapa del proceso de forjado de las levas, será

necesaria su extracción. Para ello, podrán emplearse matrices que dispongan de expulsores o bien directamente mediante medios mecánicos podrán extraerse las piezas fabricadas (levas) sin necesidad de que existan expulsores. Asimismo, el proceso objeto de la presente invención, puede realizarse a temperatura ambiente.

5

Además, pueden emplearse operaciones posteriores de mecanizado (taladrado, torneado, fresado, etc.). Asimismo, pueden emplearse operaciones de acabado posteriores, tales como pulido y rectificado, entre otras. Además, es posible someter a las levas obtenidas mediante forjado isotérmico a tratamientos térmicos posteriores, como por ejemplo: de alivio de tensiones, recristalización, y precipitación, entre otros.

10

## **EJEMPLOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION**

Ejemplo 1: Forjado isotérmico a 200 °C de la aleación de aluminio 5754, previamente procesada por extrusión en canal angular a temperatura ambiente, para la fabricación de una leva para árboles de levas de un motor de inyección

15

En este ejemplo se emplea aleación de aluminio 5754 como material de partida al que en primer lugar se le aplica un recocido de recristalización y, posteriormente, se extrae en forma de probetas de 150 mm de longitud y 40 mm de diámetro. Dichas probetas se procesan por ECAP empleando la ruta C, y una velocidad de 50 mm/min. Se procesan a temperatura ambiente, empleando matrices con 90° de ángulo de intersección entre canales y 5 mm para los radios de acuerdo entre canales. Las probetas se tornear hasta dejarlas con un diámetro de 35 mm y una longitud de 70 mm y se someten a un tratamiento térmico consistente en mantenerlas en un horno hasta alcanzar la temperatura de 300 °C con una rampa de calentamiento de 12 °C/min. Una vez alcanzada dicha temperatura se enfrían en agua. Posteriormente se forjan isotérmicamente a 200 °C en una única etapa empleando teflón pulverizado como lubricante. Tras el mecanizado para conseguir el perfil de leva deseado y los taladrados para situarlas correctamente en el árbol de levas, se obtienen levas con estructura submicrométrica y/o nanométrica.

20

25

30

Ejemplo 2: Forjado isotérmico a 600 °C de la aleación (Ti-6Al-7Nb), previamente procesada por extrusión en canal angular a 500 °C, para la fabricación de una leva para un motor de inyección de competición con control electrónico para la apertura y el cierre de las levas

5 Se utilizan preformas de aleación Ti-6Al-7Nb en forma de probetas de 200 mm de longitud y 50 mm de diámetro para procesarlas por ECAP empleando la ruta Bc. La velocidad de procesado por ECAP es de 10 mm/min y la temperatura de procesado es de 500 °C. Se emplean matrices con 95° de ángulo de intersección entre canales y 6 mm para los radios de acuerdo entre canales. Una vez procesadas por ECAP, las probetas resultantes se  
10 tornean hasta dejarlas con un diámetro de 45 mm y una longitud de 90 mm. Posteriormente se forjan isotérmicamente en dos etapas a 600 °C empleando como lubricante grafito. En la primera etapa se consigue una preforma provisional y en la segunda se obtiene la geometría final deseada. Tras el mecanizado para conseguir el perfil de leva, se obtienen levas con estructura submicrométrica y/o nanométrica.

15

Ejemplo 3: Forjado isotérmico a 500 °C del acero AISI 6150, previamente procesado por extrusión en canal angular a 400 °C, para la fabricación de frenos de levas

A partir de barras calibradas del acero AISI 6150, se extraen probetas de 100 mm de  
20 longitud y 30 mm de diámetro para procesarlas por ECAP empleando la ruta Bc, a velocidad de 20 mm/min y a 400 °C de temperatura, empleando matrices con 120° de ángulo de intersección entre canales y 5 mm para los radios de acuerdo entre canales. Las probetas se tomean hasta dejarlas con un diámetro de 25 mm y una longitud de 50 mm. Posteriormente se forjan isotérmicamente en una etapa a 500 °C empleando grafito como  
25 lubricante. Finalmente se mecanizan para conseguir el perfil de leva. De esta forma, se obtienen levas con estructura submicrométrica y/o nanométrica.

Ejemplo 4: Forjado isotérmico a 250 °C de la aleación de aluminio 5083, previamente procesada por extrusión en canal angular a temperatura ambiente, para la fabricación de  
30 una leva

Se parte de probetas de la aleación de aluminio 5083, previamente recocida, de 150 mm de longitud y 40 mm de diámetro para procesarlas por ECAP empleando la ruta C, a velocidad  
30 de 50 mm/min y a temperatura ambiente. Se emplean, para ello, matrices con 90° de ángulo de intersección entre canales y 3 mm para los radios de acuerdo entre canales. Las

probetas se tornean hasta dejarlas con un diámetro de 35 mm y una longitud de 70 mm y se someten a un tratamiento térmico consistente en mantenerlas en un horno hasta alcanzar la temperatura de 340 °C con una rampa de calentamiento de 12 °C/min. Una vez alcanzada la temperatura se enfrían en agua. Se forjan isotérmicamente en una etapa a 250 °C empleando teflón pulverizado como lubricante. Tras el mecanizado para conseguir el perfil de leva, se obtienen levas con estructura submicrométrica y/o nanométrica.

Ejemplo 5: Forjado isotérmico a 400 °C del acero inoxidable AISI S14800, previamente procesado por extrusión en canal angular a 400 °C, para la fabricación de una leva de aros

A partir de tochos del acero inoxidable AISI S14800, se mecanizan probetas de 200 mm de longitud y 50 mm de diámetro para procesarlas por ECAP empleando la ruta Bc, a velocidad de 25 mm/min y a temperatura de 400 °C, empleando matrices con 105° de ángulo de intersección entre canales y 5 mm para los radios de acuerdo entre canales. Las probetas se tornean hasta dejarlas con un diámetro externo de 40 mm, diámetro interno de 20 mm y una longitud de 80 mm. Después se forjan isotérmicamente en dos etapas a 400 °C empleando disulfuro de molibdeno pulverizado como lubricante. En la primera etapa se consigue una preforma provisional y en la segunda se obtiene la geometría final deseada. Tras el mecanizado de para conseguir el perfil de leva, se obtienen levas con estructura submicrométrica y/o nanométrica.

Ejemplo 6: Forjado isotérmico a 150 °C de la aleación de aluminio 3003, previamente procesada por extrusión en canal angular a temperatura ambiente, para la fabricación de una leva

A partir de tochos de la aleación de aluminio 3003 recocida, se extraen probetas de 60 mm de longitud y 15 mm de diámetro para procesarlas por ECAP empleando la ruta B. La velocidad de procesamiento por ECAP es de 100 mm/min. Se emplean matrices con 90° de ángulo de intersección entre canales y 2 mm para los radios de acuerdo entre canales. La temperatura de procesamiento es la del ambiente. Una vez procesadas mediante ECAP, las probetas se tornean hasta dejarlas con un diámetro de 12 mm y una longitud de 24 mm. Después se forjan isotérmicamente en una etapa a 150 °C empleando teflón pulverizado como lubricante. Tras el mecanizado el perfil de leva deseado, se obtienen levas con estructura submicrométrica y/o nanométrica.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Procedimiento de fabricación de levas con estructura de grano submicrométrica y/o nanométrica y sección transversal maciza que comprende los siguientes pasos:
- 5    - procesar una preforma de un material de partida mediante deformación plástica severa (SPD) por extrusión en canal angular (ECAP);
- someter dicha preforma procesada a un forjado isotérmico, mediante la aplicación de al menos una matriz de estampación de forjado, configurada para aplicar una determinada geometría a la preforma y obtener, por forjado, levas de sección transversal maciza.
- 10    2.- Procedimiento según la reivindicación 1, donde la preforma comprende una selección de entre los siguientes materiales o aleaciones de los mismos, individualmente o en combinación: aluminio, acero, magnesio y titanio.
- 15    3.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, donde el procesado por ECAP y/o el forjado isotérmico se realizan a temperatura ambiente.
- 4.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, donde el procesado por ECAP y/o el forjado isotérmico se realizan a una temperatura distinta a la temperatura
- 20    ambiente.
- 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, donde el procesado por ECAP se realiza a una temperatura comprendida entre 100 °C y 1200 °C.
- 25    6.- Procedimiento según la reivindicación 4, donde el forjado isotérmico se realiza a una temperatura comprendida entre 100 °C y 1200 °C.
- 7.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, donde el procesado por ECAP se realiza mediante la aplicación de entre una y cincuenta pasadas de extrusión.
- 30    8.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, donde el procesado por ECAP se realiza mediante, al menos, una ruta de extrusión de tipo A, de tipo B, de tipo C o de tipo Bc.

9.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, donde el procesado por ECAP de la preforma se realiza a una velocidad comprendida entre 10 y 1000 mm/min.

5 10.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, donde la leva presenta simetría respecto a un plano.

11.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, donde la leva no presenta simetría respecto a un plano.

10 12.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, donde la leva obtenida es sometida a una selección de los siguientes tratamientos térmicos, individualmente o en combinación: alivio de tensiones, recristalización, endurecimiento por precipitación.

15 13.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-12, donde la leva es mecanizada.

14.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-13, donde la leva es sometida a un tratamiento superficial para evitar corrosión o a un tratamiento de recubrimiento anti-desgaste.

20 15.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-14, donde la matriz de estampación de las levas está alojada en una portamatriz.

25 16.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-15, donde la matriz de estampación de levas comprende uno o más expulsores para la extracción de elementos mecánicos.

30 17.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-16, donde el forjado isotérmico de las levas se realiza mediante una prensa hidráulica o mediante una prensa mecánica.

35 18.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-17, donde el forjado isotérmico de las levas comprende el calentamiento de la matriz de estampación, empleando un sistema basado en resistencia eléctrica o un sistema basado en inducción eléctrica.

19.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-17, donde el forjado isotérmico de las levas comprende el calentamiento de la preforma procesada de forma externa, y su posterior introducción en la matriz de estampación.

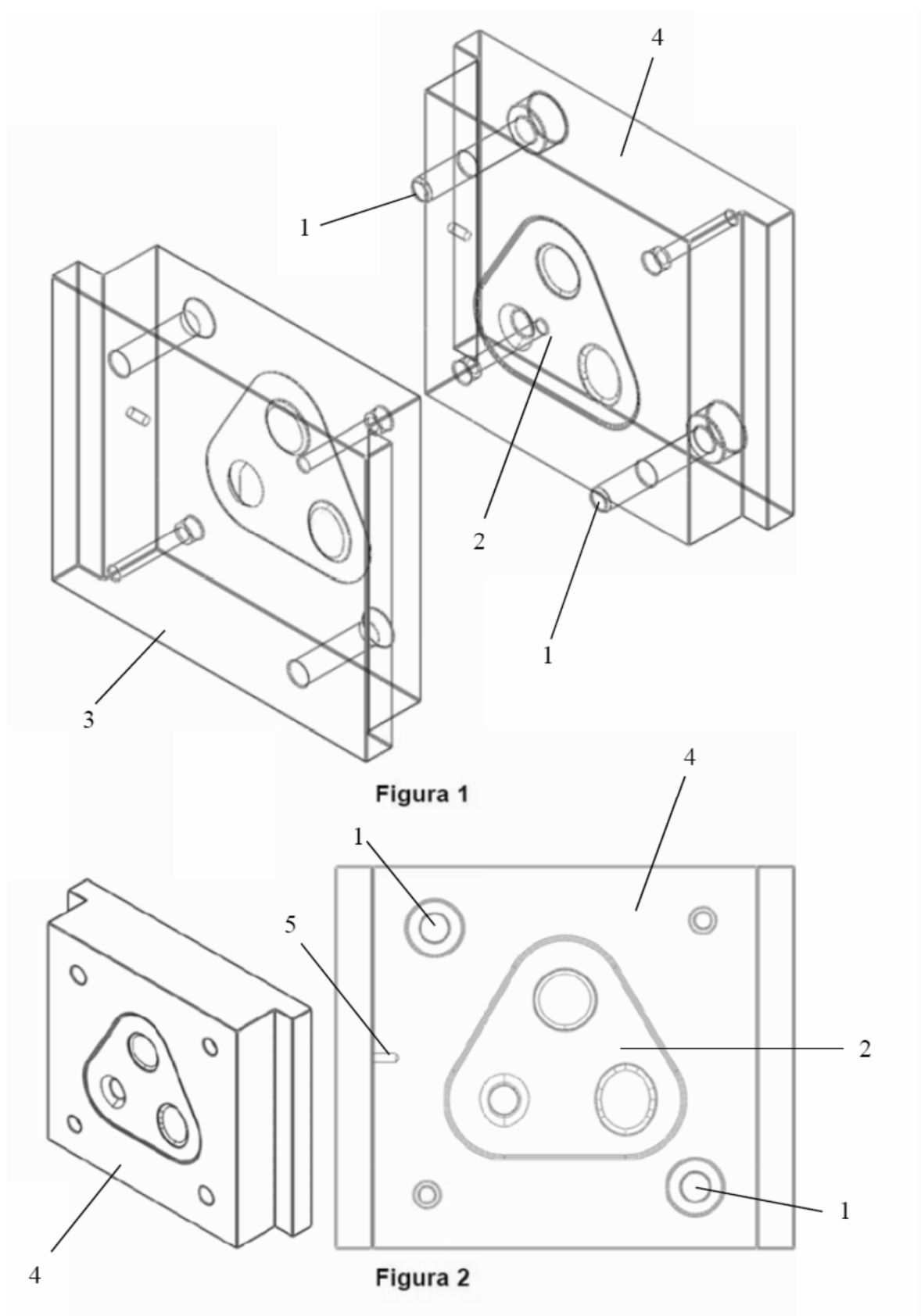
5 20.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-19, donde el forjado isotérmico de las levas comprende la aplicación de un lubricante a la preforma procesada.

10 21.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-20, donde la matriz de estampación de levas está configurada para la forja simultánea de dos o más levas en cada etapa de forjado.

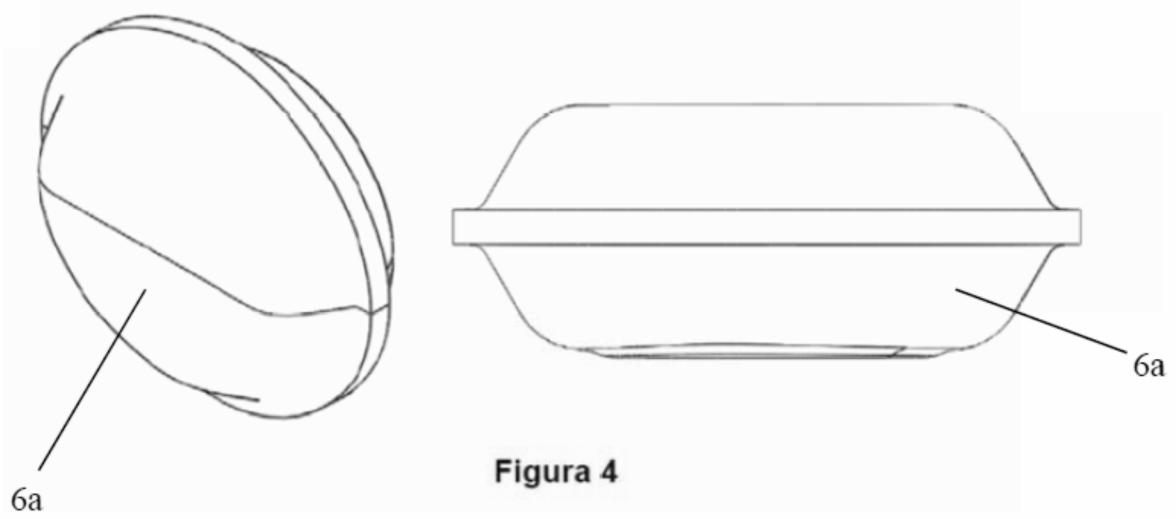
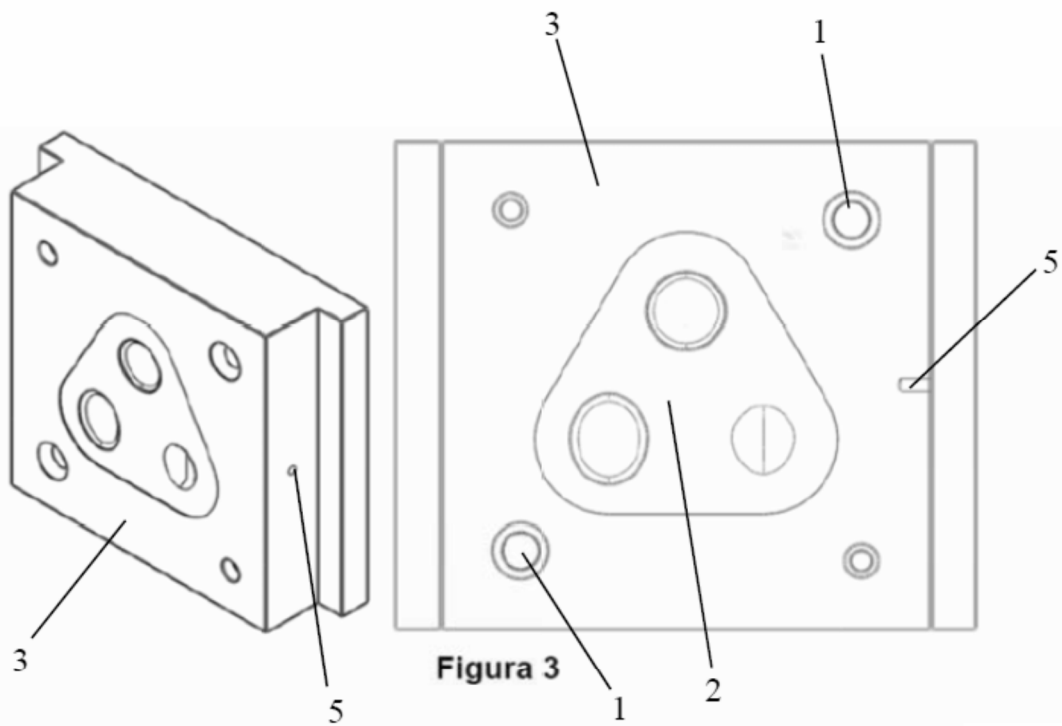
22.- Leva obtenible mediante un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-21, que presenta una estructura de grano submicrométrica y/o nanométrica.

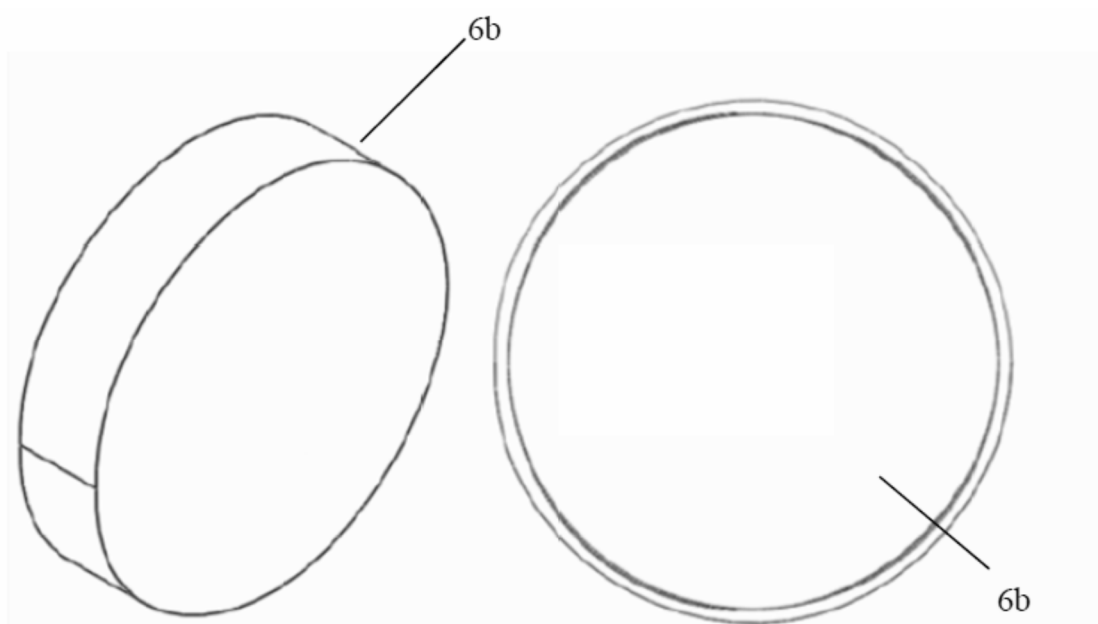
15 23.- Leva según la reivindicación 22, donde la deformación plástica acumulada ( $\epsilon$ ) en dicha leva está comprendida en el rango  $0,5 < \epsilon < 100$ .

20 24.- Leva según la reivindicación 23, donde la deformación plástica acumulada ( $\epsilon$ ) en dicha leva está comprendida en el rango  $1 < \epsilon < 20$ .

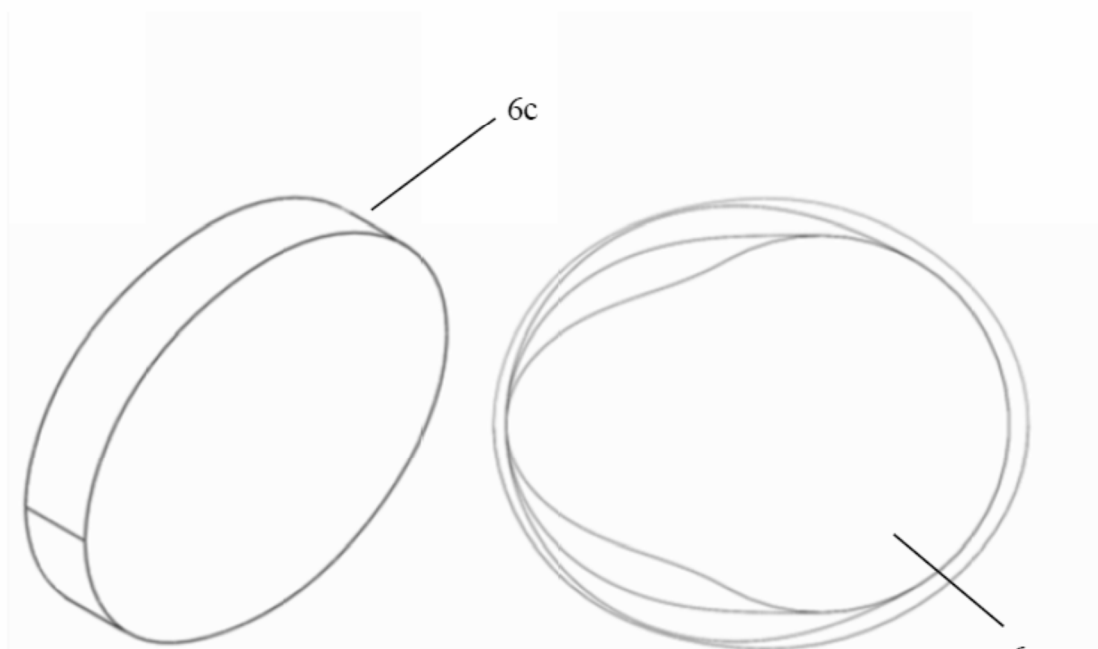








**Figura 5**



**Figura 6**



- ②① N.º solicitud: 201531582  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 04.11.2015  
③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑤⑥ Documentos citados                                                                    | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| X         | ES 2498540 A2 (UNIV NAVARRA PUBLICA UNIV PUBL DE NAVARRA) 24/09/2014, Todo el documento. | 1-24                       |
| A         | JP 2006124820 A (NAT INST OF ADV IND & TECHNOL) 18/05/2006, Resumen Epodoc.              | 1,22                       |
| A         | US 4616499 A (GRAY ROBERT M) 14/10/1986, Todo el documento.                              | 1,22                       |

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
28.03.2017

Examinador  
A. Gómez Sánchez

Página  
1/4

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**B21J5/00** (2006.01)

**B21C23/00** (2006.01)

**C22F1/04** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B21J, B21C, C22F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 28.03.2017

**Declaración**

|                                                 |                  |      |           |
|-------------------------------------------------|------------------|------|-----------|
| <b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>            | Reivindicaciones | 1-24 | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones |      | <b>NO</b> |
| <b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b> | Reivindicaciones |      | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones | 1-24 | <b>NO</b> |

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

| Documento | Número Publicación o Identificación                       | Fecha Publicación |
|-----------|-----------------------------------------------------------|-------------------|
| D01       | ES 2498540 A2 (UNIV NAVARRA PUBLICA UNIV PUBL DE NAVARRA) | 24.09.2014        |
| D02       | JP 2006124820 A (NAT INST OF ADV IND & TECHNOL)           | 18.05.2006        |
| D03       | US 4616499 A (GRAY ROBERT M)                              | 14.10.1986        |

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

En cuanto a la primera reivindicación, independiente, para un procedimiento de fabricación de levas se puede decir que es nuevo pero no supone actividad inventiva a la vista del documento D01, que divulga un procedimiento idéntico para la fabricación de piezas de configuración hueca.

Cabe señalar que al aplicar dicho procedimiento a la fabricación de levas no se produce ningún hecho sorprendente; en ambos casos se consiguen elementos mecánicos mejorados, como consecuencia de su estructura de grano minimizada, y la mejora de la fluencia con vistas a la etapa de forjado. Las mismas etapas para conseguir los mismos efectos.

Cabe señalar también que D01 ya presenta como estado de la técnica anterior el aplicar técnicas de deformación severa para fabricar piezas macizas. (Página 2, líneas 36-46.)

Lo mismo cabe decir de las reivindicaciones dependientes 2-9; que se corresponden una a una con las reivindicaciones 2-9 de D01.

En cuanto a las reivindicaciones 10 y 11, dependientes, decir que no se puede caracterizar un procedimiento alegando a la simetría o falta de simetría de la pieza obtenida. Estas reivindicaciones no añaden ni modifican ninguna etapa al proceso, y no suponen por tanto actividad inventiva.

Las reivindicaciones dependientes 12 a 21; se corresponden una a una con las reivindicaciones 13 a 22 de D01. No suponen actividad inventiva alguna.

Finalmente la reivindicación independiente 22 y sus reivindicaciones dependientes 23 y 24 no suponen actividad inventiva dado que el método de fabricación tampoco la supone.

En consecuencia ninguna de las reivindicaciones supone actividad inventiva, (Art. 8.1 LP)