

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA

① Número de publicación: **2 350 064**

② Número de solicitud: 200802190

⑤ Int. Cl.:
B21C 23/00 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **12.06.2008**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **18.01.2011**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
18.01.2011

⑦ Solicitante/s: **Universidad Pública de Navarra
Campus de Arrosadía
(OTRI) Edificio Rectorado
31006 Pamplona, Navarra, ES**

⑦ Inventor/es: **Luis Pérez, Carmelo Javier;
Luri Irigoyen, Rodrigo;
Puertas Arbizu, Ignacio y
León Iriarte, Javier**

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Método combinado para la deformación plástica severa por presión hidráulica y extrusión en canal angular constante (HIDROECAE).**

⑤ Resumen:

Método combinado para la deformación plástica severa por presión hidráulica y extrusión en canal angular constante (HIDROECAE).

En la presente patente se propone un método novedoso para la obtención de materiales con propiedades mecánicas mejoradas, como consecuencia de su procesamiento a través de un canal angular o poliangular, que posibilita tanto la deformación plástica severa de elementos volumétricos como de piezas esbeltas, sin modificación significativa de la forma de la sección transversal de las mismas. El proceso que se propone presenta la novedad de combinar un sistema hidráulico para la obtención de una presión hidrostática en el fluido capaz de generar la presión necesaria para realizar la extrusión de materiales a través de una matriz de extrusión en canal angular o poliangular, resultando que la sección transversal del material procesado es sustancialmente igual a la del material de partida. Con la presente invención se evitan los problemas de pandeo asociados a los procesos tradicionales de extrusión en canal angular.

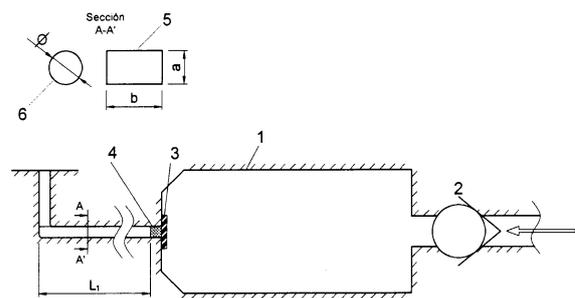


Fig. 2

ES 2 350 064 A1

DESCRIPCIÓN

Método combinado para la deformación plástica severa por presión hidráulica y extrusión en canal angular constante (HIDROECAE).

A method for severe plastic deformation by combining hydraulic pressure and equal channel angular extrusion (HYDROECAE).

Sector de la técnica al que se refiere la invención

La invención se refiere principalmente al sector metalmecánico, específicamente al área de procesamiento de materiales metálicos mediante deformación plástica severa ($\epsilon \gg 1$) en canal angular. En la presente invención se propone un método para el procesamiento de piezas, sin modificación significativa de su sección transversal, empleando un proceso que combina un sistema hidráulico para generar una presión hidrostática, en un fluido, capaz de generar la presión necesaria para la extrusión de materiales en canal angular constante (ECAE). Presenta la novedad, en relación a otros procesos desarrollados, de posibilitar la extrusión de todo tipo de piezas, tanto esbeltas como no esbeltas, lo cual no es posible realizarse por procesos convencionales de extrusión en canal angular, debido al pandeo que experimentan los elementos de compresión utilizados y que hace que la longitud procesada no pueda ser muy grande en dichos procesos.

Estado de la técnica anterior

Como es sabido, la reducción del tamaño de grano en los materiales metálicos presenta gran interés desde el punto de vista industrial y tecnológico, ya que su afinamiento produce una mejora significativa de las propiedades mecánicas. Así, un tamaño de grano submicrométrico o nanométrico puede conducir a la obtención a bajas temperaturas de aumentos de la resistencia, dureza, tenacidad y límite a fatiga, entre otras propiedades. Además, es posible tener comportamientos superplásticos a temperaturas más elevadas, pudiendo experimentar muy grandes deformaciones sin que se produzca fractura en el material.

En los procesos de deformación plástica severa en canal angular ($\epsilon \gg 1$) se tienen pequeños cambios en la sección transversal de las piezas procesadas. Este mantenimiento de las dimensiones de las piezas hace que no haya un límite definido a la deformación que se puede alcanzar, siempre y cuando el material tenga suficiente ductilidad, pudiendo, además, repetirse el proceso repetidas veces y, así, obtener una alta deformación plástica acumulada, que conducirá a un afinamiento del tamaño de grano del material procesado en relación al material de partida.

La novedad de la presente invención radica en el empleo de un método de compresión basado en la aplicación de una presión hidrostática en un fluido capaz de generar el empuje necesario para procesar, mediante extrusión en canal angular, tanto piezas que se han denominado como esbeltas, es decir, con una de sus dimensiones mucho mayor que las otras dos, como no esbeltas. Ello no es posible realizarlo por métodos convencionales de extrusión en canal angular (ECAE) debido al pandeo que experimentan los mecanismos de compresión (punzones) empleados; ya que, como es sabido, cuando a una pieza esbelta se le somete a esfuerzos de compresión, ésta experimenta un efecto de pandeo que se manifiesta por la aparición de desplazamientos importantes, transversales a la dirección principal de compresión, y que han limitado el desarrollo industrial de la tecnología conocida co-

mo ECAE (Equal Channel Angular Extrusión). Este proceso fue propuesto inicialmente por V.M. Segal *et al.* en 1971, en la antigua Unión Soviética (V. Segal, *Mat. Sci. Eng.*, 1995, 157-164; V. Segal, V. Reznikov, A. Drobyshvskiy, V. Kopylov, *Russian Metally*, 1, 1981, 99-105). Se ha aplicado a un gran número de materiales, aunque los resultados obtenidos son, en mucha mayor medida, en el ámbito académico y de investigación que en el ámbito industrial, como consecuencia de la dificultad de procesar materiales con suficiente longitud como para ser utilizados en aplicaciones estructurales, lo cual sí es posible con la presente invención.

Como se ha indicado anteriormente, una de las razones fundamentales para estas limitaciones se encuentra en el pandeo que experimenta el punzón empleado para empujar la probeta, lo que provoca que dicho punzón, y en consecuencia la probeta, no puedan exceder de determinado tamaño, a partir del cual la amplitud del pandeo imposibilita el funcionamiento del dispositivo.

Mediante la técnica de ECAE, el material atraviesa una matriz que contiene dos canales de igual sección (circular, cuadrada o poligonal) que se intersecan formando un ángulo generalmente de 90°. Al llegar el punzón a dicho ángulo, la probeta ya está completamente situada en el canal posterior al codo, de donde se extrae. El material es así deformado mediante un mecanismo de tensión cortante al atravesar el canal angular. Una vez que la probeta ha sido procesada, puede volver a introducirse por la entrada del canal y repetir así el proceso con la consiguiente acumulación de deformación. Es posible emplear diferentes rutas en el proceso de ECAE. Por ejemplo, ruta A, en la que la orientación de la probeta permanece invariable en las sucesivas pasadas; ruta B, en la que la probeta se rota 90° en los sucesivos pases, respecto al eje longitudinal de la probeta; y ruta C, en la que la probeta se rota 180° también con respecto al eje longitudinal de la probeta. Las características microestructurales resultantes varían en función de la ruta de proceso. El proceso se puede repetir un número N de veces, dependiendo del tipo de material y de las deformaciones que se quieran obtener.

En definitiva, si bien el proceso ECAE presenta interés debido a que posibilita la obtención de muy altas deformaciones, su aplicación industrial se ha visto limitada por el tamaño reducido de las probetas, a causa del pandeo del punzón que comprime la probeta, lo cual se evita con el método propuesto en la presente invención.

Se han desarrollado algunas patentes relativas a la obtención de materiales mediante deformación plástica severa en canal angular (C. J. Luis, P. A. González, J. Gil, J. Alkorta, ES2224787; M. Jarret, W. Dixon, May 1994, US Patent n° 5309748; V. Segal, R. Goforth, K. Hartwing, Mar 1995, US Patent n° 5400633; V. Segal, L. Segal, Feb 1997, US Patent n° 5600989; V. Segal, May 1996, US Patent n° 5513512; L. Semiatin, D. Délo, May 1999, US Patent n° 5904062).

Sin embargo, en estas patentes no se ha encontrado ningún método que emplee la tecnología que se propone en la presente invención, que utiliza un sistema hidráulico para la aplicación de una presión hidrostática en un fluido, capaz de generar la presión necesaria para la extrusión de materiales en matrices que presentan una geometría con canal angular, o poliangular, de sección transversal constante.

Explicación de la invención

La presente invención permite obtener deformaciones plásticas severas ($\epsilon \gg 1$) en el material de partida (L_1). Puede emplearse tanto para la extrusión en canal angular de piezas esbeltas como no esbeltas. Comprende un proceso de deformación en canal poliangular, sin limitación de tamaño del material de partida, y que no modifica significativamente la sección transversal del material procesado, siendo aplicable a secciones muy diversas (cuadrada, rectangular, circular, poligonal, etc.), tanto macizas como huecas.

La invención comprende un sistema hidráulico para elevar la presión de un fluido en una cámara de alta presión (1), el cual generará, a su vez, la presión necesaria para que el material situado en la entrada del canal angular (L_1) atraviese la matriz de ECAE y pase al canal de salida, siendo deformado mediante un mecanismo de tensión cortante en presencia de una presión hidrostática, tal y como se muestra en las Figuras 1-7.

La matriz por la que el material es obligado a pasar contiene un canal angular que incluye uno o varios ángulos de cualquier valor eficaz para producir un efecto de tensión cortante al material metálico. Uno de los valores preferidos para alguno de los ángulos de dicho canal es 90° , pero el proceso es también eficaz empleando canales angulares con ángulos de otros valores.

El proceso objeto de la presente invención es aplicable a materiales de partida con secciones muy diversas, como se observa en la Figura 2. Por ejemplo: preformas con sección cuadrada o rectangular (5), preformas con sección circular (6) u ovalada, o preformas con sección poligonal. Tales materiales pueden presentar conformaciones de diversas posibles secciones como, por ejemplo, barras, chapas, láminas, planchas, tubos, perfil hueco, etc.

Asimismo, el proceso puede realizarse a temperatura ambiente o a temperatura controlada, mediante el empleo de matrices que puedan ser calentadas de manera que transmitan el calor a la pieza que va a ser procesada por ECAE.

Opcionalmente, el material procesado puede ser sometido a un tratamiento térmico posterior, por ejemplo, un recocido que alivie tensiones y conduzca a una forma de grano más equiaxial o cualquier otro tratamiento térmico (recristalización, precipitación, etc.).

Descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la descripción, se acompañan unos dibujos en los que se representa, por una parte, el esquema del sistema de procesamiento objeto de la invención y, por otra parte, un caso práctico de realización del procesamiento de una pieza esbelta mediante el proceso que se ha denominado HIDROECAE.

La Figura 1 muestra un esquema de la aplicación del proceso de hidroextrusión en canal angular (HIDROECAE) para la extrusión en canal angular de piezas esbeltas.

La Figura 2 muestra un detalle ampliado de la Figura 1 en la que se observa que la sección del material procesado puede tener cualquier tipo de geometría (circular, rectangular, cuadrada, poligonal, etc.), siendo las configuraciones preferenciales en las que la sección sea circular, cuadrada o rectangular. Asimismo, se muestra el esquema del sistema de compresión del proceso de HIDROECAE, con una válvula

antirretorno (2) para evitar que se pierda presión en la cámara de alta presión (1) y un sistema para realizar estanqueidad (compuesto por un elastómero (4) y/o una chapa (3)) en la cámara de alta presión (1), hasta que se alcance la presión necesaria para la realización de la extrusión en canal angular.

La Figura 3 muestra un vista ampliada del inicio de la extrusión en la que existe la perforación de la chapa (3) (opcional), la cual se extruye junto con el material y un elastómero (4) (opcional) para realizar una mayor estanqueidad en la cámara de alta presión (1). Dicha presión será la que generará la fuerza necesaria para extruir al material.

La Figura 4 muestra un esquema del sistema de compresión del proceso de HIDROECAE, con una válvula antirretorno (2) para evitar que se pierda presión en la cámara de alta presión (1) y un elastómero (4) para realizar estanqueidad en la cámara de alta presión (1).

La Figura 5 muestra un esquema del proceso de HIDROECAE empleando una lámina de elastómero (7) para la extrusión.

La Figura 6 muestra un esquema del proceso de HIDROECAE empleando dos cámaras de presión (1), para el procesamiento repetitivo sin necesidad de extraer la pieza procesada de las matrices de ECAE.

La Figura 7 muestra el esquema del proceso de HIDROECAE, empleando una matriz de extrusión poliangular con dos ángulos (equivalente a una ruta C de proceso de dos etapas). El material que está en la entrada del primer canal angular (L_1) atraviesa una primera matriz con canal angular. Posteriormente, el mismo material atraviesa una segunda matriz con canal angular, que tiene una longitud de salida (L_2).

Modos de realización de la invención

Ejemplo 1

Procesado de piezas esbeltas de sección rectangular de la AA1070 mediante HIDROECAE

Se parte de plancha de la aleación de aluminio 1070 (AA1070), de (10000x4x1200) mm (largo x alto x ancho), a la que se le ha dado un tratamiento de homogeneizado. Dicha aleación se procesa mediante HIDROECAE a temperatura ambiente de 25°C y empleando una matriz de extrusión en canal angular (ECAE) que presenta un ángulo de 90° , entre el canal de entrada y el de salida, y radios de acuerdo entre los canales de entrada y salida iguales y de valor 1,5 mm. La velocidad de extrusión empleada es de 50 mm/min y para la generación de la presión necesaria, se emplea un intensificador de presión que aumenta la presión en la cámara previa a las matrices en canal angular (1). Asimismo, se emplea una válvula antirretorno (2) y un sistema compuesto por un elastómero (4) y una chapa (3), según muestran las Figuras 1-3, con objeto de obtener la estanqueidad necesaria para poder aumentar la presión en la cámara (1) donde se encuentra el fluido que ejercerá la presión necesaria sobre la plancha de la AA1070 para que ésta atraviese el canal angular. Como lubricante para el proceso de extrusión en canal angular se emplea disulfuro de molibdeno (MoS_2) en spray aplicado previamente sobre las matrices en canal angular, antes de colocar el material sobre ellas, para lo cual se emplean matrices divididas por su plano medio y a las cuales se aplica una presión de cierre mediante un sistema hidráulico. Dado que el material está sometido a esfuerzos de compresión, atravesará el canal sin experimentar el pandeo que sufriría en un proceso de ECAE con-

vencional. Las matrices se encuentran a temperatura ambiente.

Ejemplo 2

Procesado de piezas esbeltas en caliente de sección circular de una aleación de aluminio que tiene una tensión de fluencia constante de 94 MPa a la temperatura de proceso y empleando una matriz de extrusión en canal poliangular (2 ángulos) que configuran una ruta C de proceso

Se parte de una barra de una aleación de aluminio de 2500 mm de largo y 50 mm de diámetro, la cual se ha obtenido mediante laminación en caliente. Dicha aleación se procesa mediante HIDROECAE, a temperatura de 225°C, y empleando una matriz poliangular que presenta un ángulo de 90°, entre los canales de entrada y de salida de cada extrusión, es decir, la salida de la primera etapa de extrusión es la entrada de la siguiente, con una disposición espacial que configura una ruta C de proceso, tal y como se muestra en la Figura 7. Los radios de acuerdo son iguales y con valor de 5 mm. La velocidad de extrusión empleada es de 100 mm/min y para la generación de la presión necesaria se emplea un intensificador de presión que aumenta la presión en la cámara (1), a medida que se realiza la extrusión del material en la matriz poliangular. Asimismo, se emplea una válvula antirretorno (2) y un sistema compuesto por un elastómero (4) y una chapa (3), según detalle mostrado en las Figuras 2-3, con objeto de obtener la estanqueidad necesaria para aumentar la presión en la cámara (1) donde se encuentra el fluido que ejercerá la presión necesaria sobre la plancha de la aleación de aluminio considerada para que ésta atraviese el canal poliangular (dos ángulos). Como lubricante se emplea un aceite sintético aplicado previamente sobre las matrices en canal poliangular, antes de colocar el material sobre ellas, para lo cual se emplean matrices divididas por su plano medio y a las cuales se aplica una presión de cierre mediante un sistema hidráulico. Dado que el material está sometido a esfuerzos de compresión, atravesará el canal sin experimentar el pandeo que sufriría en un proceso de ECAE convencional. Las matrices se encuentran a temperatura de 225°C. El proceso de extrusión realizado de esta manera es equivalente a repetir dos veces el proceso de HIDROECAE, según la ruta C, sin necesidad de extraer el material de las matrices, tal y como se muestra en la Figura 7.

Ejemplo 3

Procesado de placa de material laminado de sección cuadrada

Se parte de placa de un acero de baja aleación, para troquelado profundo de 2000 mm de largo, 1000 mm de ancho y 10 mm de espesor. Se extruye en una

matriz que presenta radio interior de 2 mm y radio exterior de 1,5 mm y un ángulo entre el canal de entrada y de salida de 90°. Los radios son tangentes al canal de entrada y de salida, respectivamente. El proceso se realiza empleando lubricante y a temperatura controlada. La velocidad de proceso que se emplea es 10 mm/min y se realiza el proceso de HIDROECAE calentando las matrices a temperatura de 200°C. Una vez realizado el proceso, se extrae de las matrices de extrusión, se gira al material 180°, en relación a su eje longitudinal, y se repite el proceso de HIDROECAE, previa introducción y lubricación del material en la matriz de ECAE.

Ejemplo 4

Procesado repetitivo de un eje de aluminio de 60 mm de diámetro y 2000 mm de longitud

Se emplea un proceso de HIDROECAE para deformar en canal angular un eje de la aleación 5052 de aluminio con objeto de acumular deformación por cortante, a través de una matriz en canal angular, y empleando dos sistemas de HIDROECAE, tal y como se muestra en la Figura 6, con objeto de repetir el proceso de deformación plástica severa sin necesidad de extraer la pieza de la matriz de extrusión. El proceso se emplea utilizando un fluido que se encuentra a temperatura de 80°C y las matrices se precalientan a 100°C con objeto de realizar el proceso de HIDROECAE a temperatura controlada y superior a la temperatura ambiente. La matriz en la que se realiza el proceso presenta una sección circular de 60 mm de diámetro y radios de acuerdo iguales y con un valor de 10 mm, entre ambos canales.

Ejemplo 5

Procesado de una barra de sección cuadrada de 50 mm de lado y 1500 mm de longitud de un acero al carbono

Se procesa mediante un proceso de HIDROECAE una barra de sección cuadrada de un acero de bajo contenido en carbono en una matriz de extrusión en canal angular de sección rectangular de 50 mm x 50 mm que tiene un ángulo de intersección entre el canal de entrada y de salida de la matriz de 85° y radios de acuerdo entre canales de 7,5 mm en el radio interior y 10 mm en el radio exterior, siendo ambos radios tangentes al canal de entrada y de salida de la matriz y siendo el canal de salida ligeramente inferior al canal de entrada 49,90 mm x 49,90 mm, según el esquema mostrado en la Figura 2. El proceso se realiza en frío. Al terminar el proceso, se vuelve a introducir la pieza girándola 180° en relación a su eje longitudinal y repitiendo el proceso de HIDROECAE. Al final del proceso se realiza un tratamiento térmico de alivio de tensiones a la pieza procesada.

REIVINDICACIONES

1. Método para la deformación plástica severa en canal angular **caracterizado** por comprender un sistema de compresión del material de partida, basado en la aplicación de una presión mediante un fluido que se encuentra confinado en una cámara (1) en la que se incrementa la presión hasta que ésta alcanza el valor necesario para provocar la extrusión del material de partida a través de una matriz de extrusión en canal angular o poliangular, resultando que la sección transversal del material procesado es sustancialmente igual a la del material de partida.

2. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según reivindicación 1, **caracterizado** por que la matriz por la que se procesa el material contiene un canal de sección transversal constante, que comprende uno o varios ángulos de cualquier valor eficaz para producir un efecto de deformación por tensión cortante en el material procesado.

3. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, **caracterizado** por que se emplean dos cámaras de presión (1), para el procesamiento repetitivo sin necesidad de extraer la pieza procesada de las matrices de ECAE.

4. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, **caracterizado** por que se emplean varias cámaras de presión (1), para el procesamiento repetitivo sin necesidad de extraer la pieza procesada de las matrices de ECAE.

5. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** por el empleo de un elastómero (4), situado entre el material a procesar y la cámara de presión (1), para garantizar la estanqueidad.

6. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** por el empleo de una chapa (3), situado entre el material a procesar y la cámara de presión (1), para garantizar la estanqueidad.

7. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** por el empleo de una chapa (3) y de un elastómero (4), situado entre el material a procesar y la cámara de presión (1), para garantizar la estanqueidad.

8. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** por el empleo de cualquier tipo de sistema para garantizar la estanqueidad.

9. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, **caracterizado** por el empleo de un aceite hidráulico como fluido de compresión.

10. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, **caracterizado** por el empleo de una emulsión agua-aceite como fluido de compresión.

11. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cual-

quiera de las reivindicaciones 1-8, **caracterizado** por el empleo de un aceite sintético como fluido de compresión.

12. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, **caracterizado** por el empleo de un fluido de hidroconformado como fluido de compresión.

13. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, **caracterizado** por el empleo de cualquier fluido como fluido de compresión y a cualquier temperatura.

14. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular, según reivindicaciones 1-13, **caracterizado** por que el canal de salida de la matriz en la que se procesa el material es de igual dimensión que el canal de entrada.

15. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular, según reivindicaciones 1-13, **caracterizado** por que los canales de entrada y salida de la matriz, en la que se procesa el material, tienen dimensiones distintas.

16. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-15, **caracterizado** porque preferiblemente uno o más de los ángulos comprendidos en el canal es de 90°.

17. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-16, **caracterizado** porque los radios de acuerdo entre canales son iguales.

18. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-16, **caracterizado** porque el radio interior de acuerdo entre canales es menor que el radio exterior de acuerdo en los canales.

19. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-16, **caracterizado** porque el radio exterior de acuerdo entre canales es menor que el radio interior de acuerdo en los canales.

20. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-16, **caracterizado** porque la transición entre los canales de la matriz de extrusión se realiza con o sin radios de acuerdo.

21. Procesado mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-20 **caracterizado** por que se realiza el proceso a temperatura ambiente.

22. Procesado mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-20 **caracterizado** porque la matriz puede estar calentada para realizar el proceso a temperatura distinta de la temperatura ambiente.

23. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-22, **caracterizado** porque se procesa un material esbelto de sección transversal circular, ovalada, cuadrada, rectangular, poligonal o de otra forma geométrica.

24. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-22, **caracterizado** porque se procesa un material esbelto de sección

transversal maciza de forma circular, ovalada, cuadrada, rectangular, poligonal o de otra forma geométrica.

25. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-22, **caracterizado** porque se procesa un material esbelto de sección transversal hueca de forma circular, ovalada, cuadrada, rectangular, poligonal o de otra forma geométrica.

26. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-22, **caracterizado** porque se procesa un material no esbelto de sección transversal maciza de forma circular, ovalada, cuadrada, rectangular, poligonal o de otra forma geométrica.

27. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-22, **caracterizado** porque se procesa un material no esbelto de sección transversal hueca de forma circular, ovalada, cuadrada, rectangular, poligonal o de otra forma geométrica.

28. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-27, **caracterizado** porque se procesa un material predominantemente longitudinal.

29. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-27, **caracterizado** porque se procesa un material predominantemente bidimensional o plano.

30. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-27, **caracterizado** porque se procesa un material volumétrico.

31. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-27, **caracterizado** por que se procesa cualquier forma geométrica de material.

32. Procesado de materiales mediante deforma-

ción plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-31, **caracterizado** por que los materiales procesados son metálicos.

33. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-31, **caracterizado** por que los materiales procesados son poliméricos.

34. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-31, **caracterizado** por que los materiales procesados son cerámicos.

35. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-31, **caracterizado** por que los materiales procesados son no metálicos.

36. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-35, **caracterizado** por comprender un posterior tratamiento térmico de alivio de tensiones.

37. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-35, **caracterizado** por comprender un posterior tratamiento térmico de recristalización.

38. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-35, **caracterizado** por comprender un posterior tratamiento térmico de endurecimiento por precipitación.

39. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-35, **caracterizado** por comprender cualquier otro tipo de tratamiento térmico.

40. Procesado de materiales mediante deformación plástica severa en canal poliangular según cualquiera de las reivindicaciones 1-39, **caracterizado** por comprender un posterior tratamiento superficial.

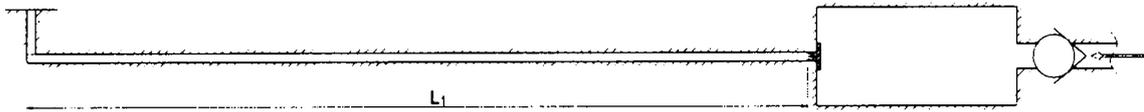


Fig. 1

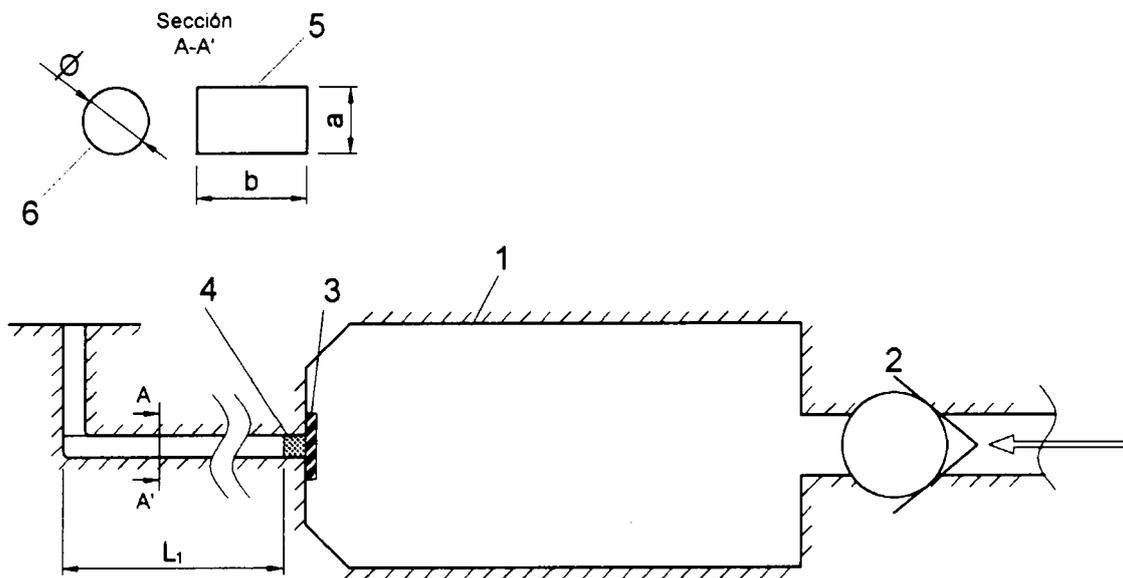


Fig. 2

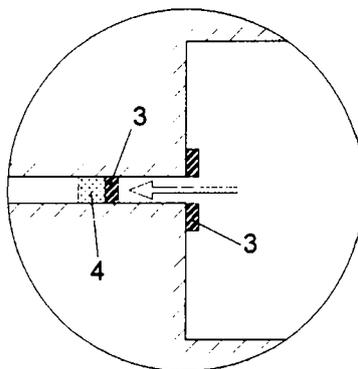


Fig. 3

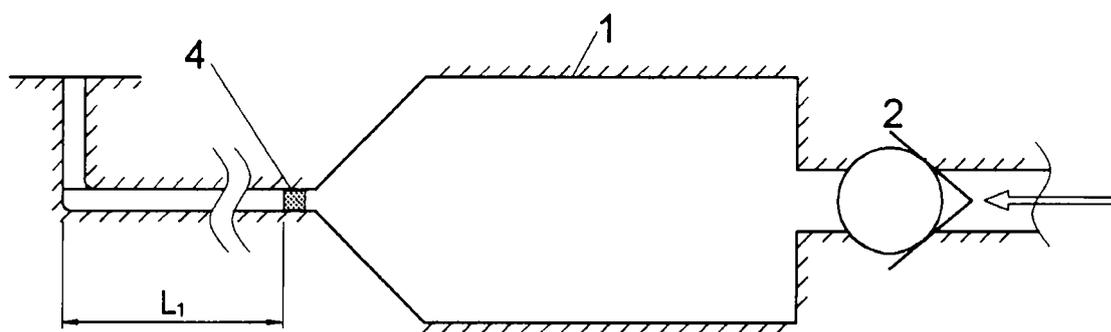


Fig. 4

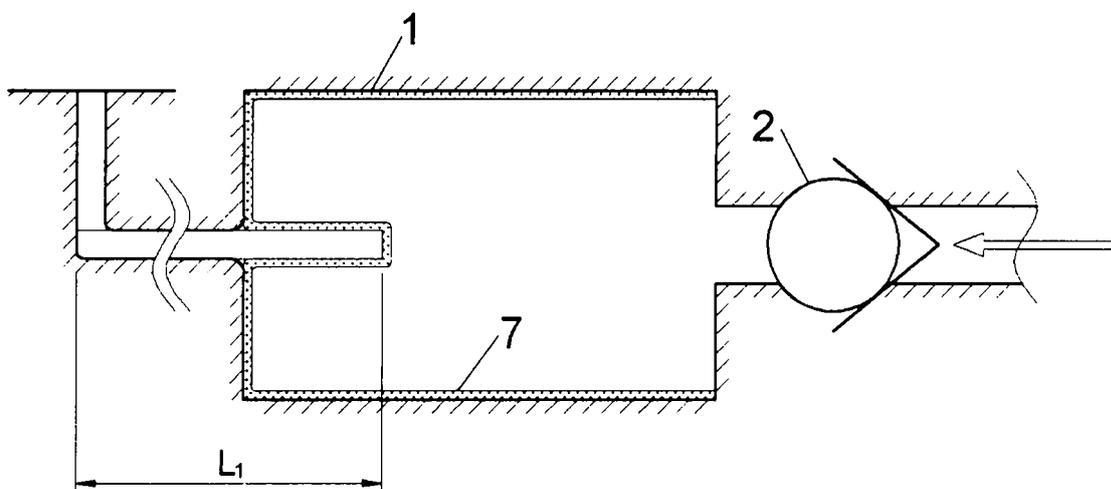


Fig. 5

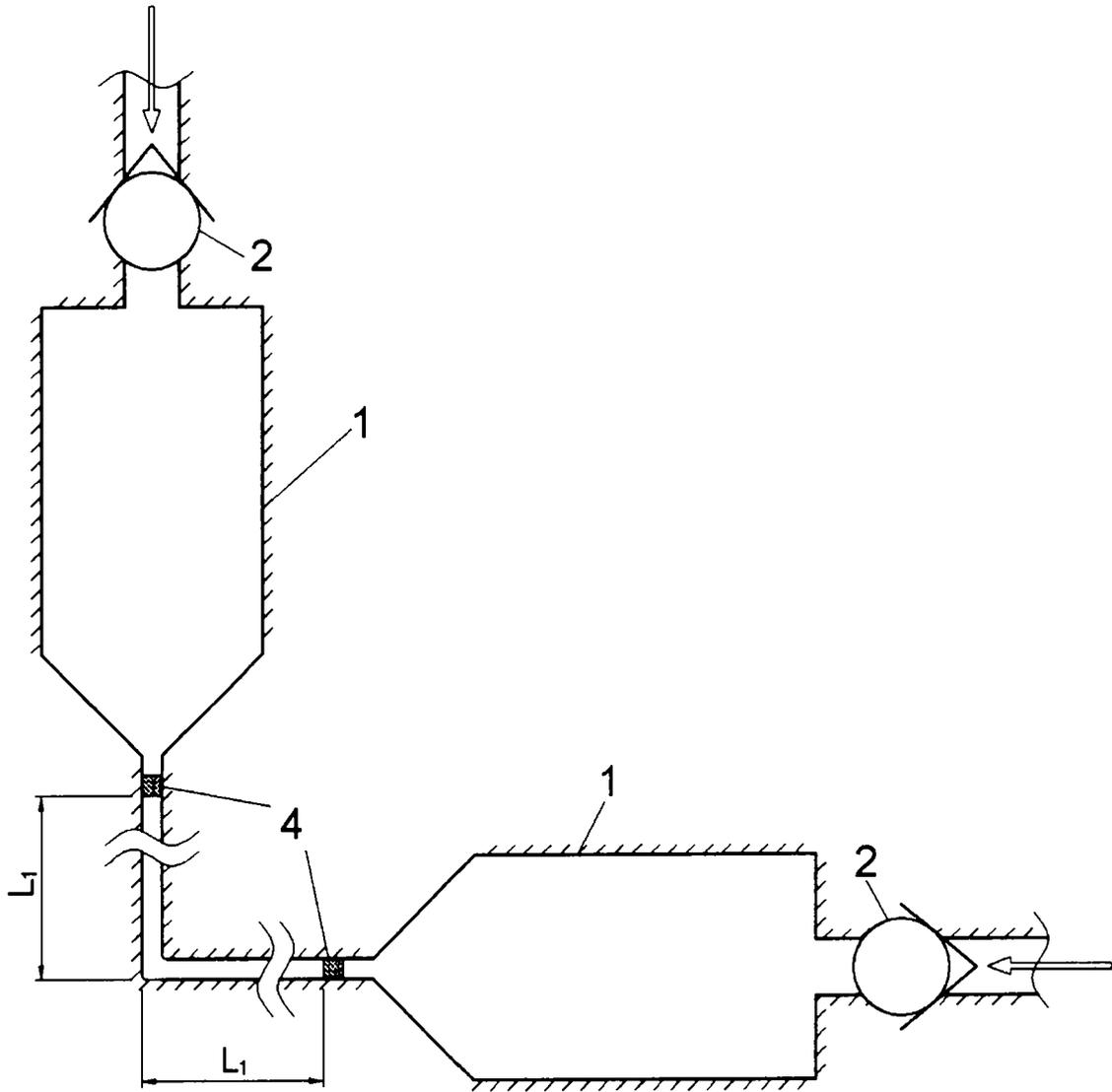


Fig. 6

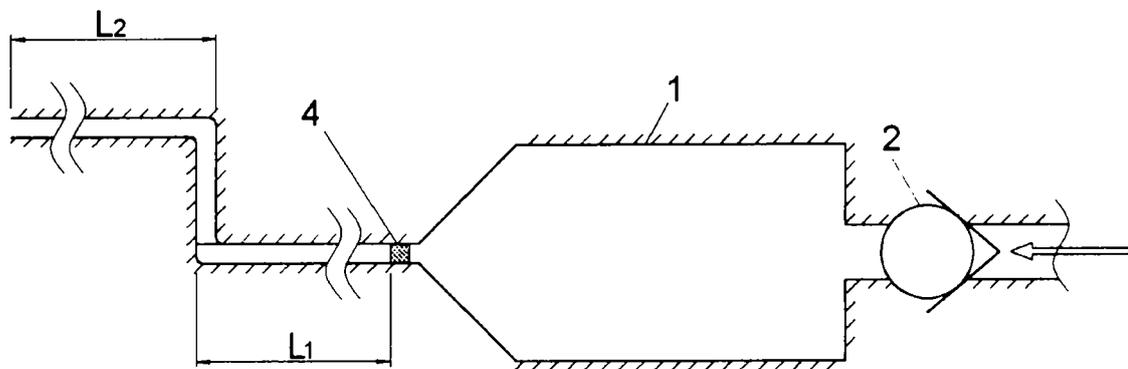


Fig. 7



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud:200802190

②② Fecha de presentación de la solicitud: 12.06.2008

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **B21C23/00**(2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 6883359 B1 (HARTWIG JR KARL T) 26/04/2005 Columna 4, líneas 4-15; figuras.	1-40
X	US 6976380 B1 (HARTWIG JR KARL T ET AL.) 20/12/2005 Columna 3, líneas 20-33; figuras.	1-40

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
02.12.2010

Examinador
A. Gómez Sánchez

Página
1/4

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

B21C

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: 02.12.2010

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 2-40	SI
	Reivindicaciones 1	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-40	NO

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	US 6883359 B1 (HARTWIG JR KARL T)	26.04.2005
D02	US 6976380 B1 (HARTWIG JR KARL T ET AL.)	20.12.2005

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

La invención se refiere al procesado de materiales mediante deformación plástica severa utilizando una matriz ECAE para la extrusión de un material de partida, aplicando la presión necesaria por medio de un fluido confinado en una cámara dando como fruto un material cuya sección transversal es esencialmente la misma que la del material de partida.

Este objeto ha sido previamente divulgado tanto por D01, como por D02. Se concluye, por tanto que el objeto de la reivindicación número 1 no es nuevo a la vista del estado de la técnica conocido (Artículo 8.1 LP).

Se considera que el resto de características de diseño divulgadas en las reivindicaciones dependientes 2-40 son meras ejecuciones particulares obvias para un experto en la materia y no suponen, por tanto, actividad inventiva alguna (Artículo 8.1 LP).