

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 365 483**

21 Número de solicitud: 201030453

51 Int. Cl.:

B21C 23/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

26.03.2010

43 Fecha de publicación de la solicitud:

06.10.2011

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

26.07.2012

Fecha de la concesión:

18.02.2013

45 Fecha de publicación de la concesión:

28.02.2013

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD PUBLICA DE NAVARRA
OTRI. EDIFICIO RECTORRADO, CAMPUS DE
ARROSADIA
31006 PAMPLONA (Navarra) ES**

72 Inventor/es:

**LUIS PEREZ, Carmelo Javier;
PUERTAS ARBIZU, Ignacio;
LEON IRIARTE, Javier;
LURI IRIGOYEN, Rodrigo;
SALCEDO PEREZ, Daniel;
PEREZ RUIZ, Ivan y
FUERTES BONEL, Juan Pablo**

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

54 Título: **DISPOSITIVO Y METODO DE COMPRESION MULTIPLE EN CANAL ANGULAR**

57 Resumen:

En la presente invención se propone un dispositivo y un método para el procesado múltiple y simultáneo de materiales mediante deformación plástica severa en canal angular. La invención se basa en el empleo de una disposición espacial de matrices con configuración en canal angular alojadas preferentemente en portamatrices, que están apiladas una contra otra, y un sistema de compresión múltiple que puede combinarse con un alimentador continuo de material a la zona de compresión, permitiendo así un procesado múltiple de materiales de gran eficiencia. Con relación a otros procesos desarrollados hasta la fecha, la invención posibilita la extrusión simultánea de varias piezas, reduciéndose al mismo tiempo significativamente las fuerzas necesarias para efectuar el cierre de las matrices empleadas.

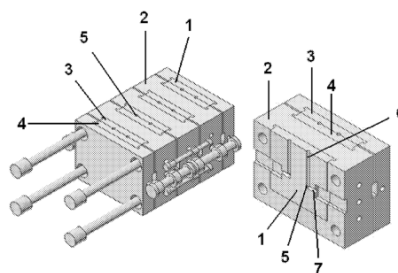


Fig. 1

ES 2 365 483 B2

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO Y MÉTODO DE COMPRESIÓN MÚLTIPLE EN CANAL ANGULAR

CAMPO DE LA INVENCION

5

La invención se refiere principalmente al sector metalmecánico, específicamente al área de procesamiento de materiales metálicos mediante deformación plástica severa.

10 **ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR**

En los últimos años ha existido un interés creciente por las técnicas de producción de materiales con tamaño de grano submicrométrico y/o nanométrico, como consecuencia de la mejora en las propiedades mecánicas que es posible obtener con dichos materiales, relativas al aumento de su dureza, tenacidad y resistencia mecánica, entre otras. Las citadas técnicas permiten, además, obtener materiales con comportamientos superplásticos a temperaturas elevadas, pudiendo experimentar muy grandes deformaciones sin que se produzca fractura en el material.

Entre las distintas técnicas para la producción de materiales con tamaño de grano submicrométrico y/o nanométrico cabe destacar a los procesos de deformación plástica severa (DPS) caracterizados por impartir muy altas deformaciones plásticas a los materiales procesados ($\epsilon > 1$, siendo ϵ el valor de deformación plástica equivalente) sin producir modificaciones significativas de la sección transversal de los mismos. Este mantenimiento de las dimensiones de las piezas hace que se puedan procesar varias veces y acumular así grandes deformaciones plásticas en el material, que conducen a la aparición de una nueva microestructura que va reemplazando a la inicial. Como consecuencia de ello es posible obtener materiales con tamaño de grano submicrométrico

o incluso nanométrico.

Entre los procesos existentes para la obtención de materiales mediante deformación plástica severa, cabe destacar el proceso de extrusión en canal angular (en inglés: “Equal Channel Angular Extrusion or Pressing”, ECAE/ECAP). El proceso de extrusión en canal angular (ECAE) se ha aplicado a un gran número de materiales y fue propuesto inicialmente por V.M. Segal et al. (Segal V. M., Russian Metallurgy, Vol. 1, 1981, pp. 99-105, Segal V.M., Materials Science and Engineering A, Vol. 271, 1999, pp. 322-333; Segal, Materials Science and Engineering, Vol.197, 1995, 157-164).

Mediante la técnica de ECAE, el material atraviesa una matriz que contiene dos canales de igual sección (circular, cuadrada o poligonal), siendo un canal de entrada y otro de salida, que se intersecan formando un vértice o “codo”, con un ángulo generalmente de 90°. Al ejercerse una fuerza suficiente mediante un medio de compresión o “punzón”, y al llegar dicho punzón al vértice del canal, el material procesado (también denominado como “probeta”) pasa a situarse en el canal de salida posterior al codo, de donde se extrae. El material es, así, deformado mediante un mecanismo de tensión cortante, al atravesar el canal angular en presencia de una alta presión hidrostática. Una vez que la probeta ha sido procesada, puede volver a introducirse por el canal de entrada y repetir el proceso, con la consiguiente acumulación de deformación. Adicionalmente, las técnicas basadas en ECAE permiten procesar las probetas en modos distintos, en función del tipo de materiales empleados y de las deformaciones que se desea aplicar a los mismos, pudiendo repetir el proceso un número determinado de veces en función de las necesidades. Es posible, por ejemplo, mantener invariable la orientación de la probeta en las sucesivas repeticiones; rotar la probeta 90° respecto al eje longitudinal de la probeta en cada repetición; o rotar la probeta 180° también con respecto al eje longitudinal de la probeta, entre otras posibilidades.

A pesar de que el proceso convencional de extrusión en canal angular presente en el estado de la técnica resulta adecuado para su aplicación de un modo satisfactorio a gran número de materiales, dicho proceso no está exento de algunas limitaciones e inconvenientes. Entre dichos inconvenientes, cabe señalar que su uso presenta bajas velocidades de proceso por pieza producida, suponiendo dicha velocidad una merma al rendimiento productivo del proceso, con importantes consecuencias económicas. Adicionalmente, las técnicas convencionales de extrusión en canal angular requieren de la aplicación de fuerzas de cierre muy elevadas para impedir la apertura de las matrices de extrusión, en el caso de que éstas comprendan varias secciones divididas, con objeto de poder mecanizar adecuadamente el canal angular.

En definitiva, si bien el proceso ECAE presenta un considerable interés, debido a que posibilita la obtención de muy altas deformaciones, su aplicación industrial se ha visto limitada tanto por la velocidad de proceso como por el tamaño reducido de las probetas que es posible fabricar. Mediante la presente invención se solventan los dos problemas anteriores, ya que proporciona un método de compresión múltiple (MCM), posibilitando la obtención de varias piezas en cada etapa de proceso y permitiendo, además, la incorporación de un alimentador continuo de material en la zona de extrusión. Además, mediante la configuración espacial que la presente invención propone para el proceso de extrusión, las fuerzas de cierre se ven reducidas significativamente, con lo cual es posible fabricar un número de piezas mucho mayor que las obtenidas hasta la fecha, teniendo por tanto el proceso propuesto mucha mayor productividad.

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 nº 5309748; V. Segal, R. Goforth, K. Hartwig, Mar

1995, US Patent nº 5400633; V. Segal, L. Segal, Feb 1997, US Patent nº 5600989; V. Segal, May 1996, US Patent nº 5513512; L. Semiatin, D. Delo, May 1999, US Patent nº 5904062 y K. Hartwig, 2005, US Patent nº 6883359). En la patente US5600989 de V. Segal se propone un sistema
5 que tiene un único canal de entrada, en el que se introducen dos probetas, y dos canales de salida de dimensiones iguales a la mitad del canal de entrada, no coincidiendo con el sistema que se propone en la presente invención. En las citadas patentes no se ha encontrado ningún método que emplee la tecnología que se propone en la presente
10 invención, que emplea una disposición espacial de las matrices de extrusión que posibilita realizar el proceso de forma simultánea, reduciéndose significativamente las fuerzas necesarias para efectuar el cierre de las matrices ya que las fuerzas de reacción que aparecen se compensan entre sí, como consecuencia de las distribuciones espaciales
15 de las matrices y portamatrices que se proponen en la presente patente. Ello hace que se puedan apilar (en serie, con simetría radial, etc.) un número indefinido de matrices-portamatrices, limitado únicamente por las dimensiones del equipo donde se van a acoplar, ya que no aumenta la fuerza de cierre necesaria, en relación con la que es preciso realizar para
20 la extrusión con una única matriz. Asimismo, la invención puede ser combinada con un sistema de alimentación continuo de material, lo que posibilitará mayores velocidades de producción.

OBJETO DE LA INVENCION

25

Un objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales que comprende una pluralidad de matrices de extrusión, donde:

- cada una de dichas matrices de extrusión comprende uno o más
30 canales angulares, a través de los cuales se extruyen los materiales, estando dotados dichos canales angulares de, al menos, una entrada y, al

menos, una salida,

- la pluralidad de matrices de extrusión es apilable en serie,
- los materiales que atraviesan los canales angulares pertenecientes a la serie formada por las matrices de extrusión son extruibles simultáneamente, a través de la compresión de dichos materiales mediante uno o más medios de compresión.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde la serie formada por las matrices de extrusión es capaz, durante la compresión de los materiales procesados a través de los canales, de mantener su integridad mediante la aplicación de uno o más medios de cierre.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde la serie formada por las matrices de extrusión posee una configuración tal que la fuerza de cierre necesaria para mantener la integridad de cada matriz individual dentro de la serie se compensa con las fuerzas de cierre necesarias para mantener la integridad de sus matrices vecinas en dicha serie.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde las matrices de extrusión están alojadas en portamatrices.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde las matrices de extrusión se alojan en una única portamatriz.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde las matrices de extrusión están divididas en dos partes simétricas.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde uno o más canales angulares comprendidos en las matrices de

extrusión están divididos por la mitad, estando cada mitad alojada en cada una de las partes simétricas de las matrices de extrusión.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde la pluralidad de matrices de extrusión, al apilarse en serie para el
5 procesado múltiple de materiales, forma un conjunto que guarda una simetría radial respecto a un eje vertical u horizontal.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde los canales angulares del conjunto que forman las matrices de
10 extrusión están angularmente equiespaciados.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde las matrices de extrusión se configuran mediante la unión de una parte superior que aloja un canal de entrada y una parte inferior que aloja
15 un canal de salida, donde los canales angulares a través de los cuales se procesan los materiales se forman mediante la unión de cada canal de entrada con cada canal de salida, al ponerse en contacto las partes superior e inferior de las matrices.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde los canales angulares comprenden uno o más ángulos iguales a
20 90°.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde los canales angulares poseen una sección transversal circular, ovalada, cuadrada, rectangular o poligonal.
25

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde las matrices de extrusión poseen una pluralidad de canales
30 angulares de diferentes secciones transversales.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde la entrada y la salida de los canales angulares poseen la misma sección transversal.

5 Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde la entrada y la salida de los canales angulares poseen distinta sección transversal.

10 Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde la entrada y la salida de los canales angulares poseen la misma longitud.

15 Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde la entrada y la salida de los canales angulares poseen distinta longitud.

20 Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde los radios de acuerdo, definidos como los radios interior y exterior de los perfiles de curvatura que conforman los canales angulares, son iguales.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde los radios de acuerdo son distintos.

25 Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales que comprende una pluralidad de punzones para el procesado de los materiales.

30 Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde los punzones están comprendidos en los medios de compresión.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde los medios de compresión y/o los medios de cierre comprenden uno o más sistemas hidráulicos, mecánicos, neumáticos o electromecánicos,
5 empleados dichos sistemas individualmente o en combinación.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde la alimentación de los materiales procesados se realiza bien de forma manual, bien mediante medios de alimentación automática, o
10 mediante una combinación de los mismos.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde las matrices de extrusión comprenden medios de conexión para realizar una apertura o un cierre simultáneo de las matrices de extrusión.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde los medios de conexión son, preferentemente, una disposición de fijaciones deslizantes sobre barras, estando dichas fijaciones instaladas en las matrices, y donde dichas barras conectan cada una de las
15 matrices con su matriz o matrices adyacentes.

Otro objeto de la presente invención es un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, que comprende, adicionalmente, medios para el control de la temperatura, siendo dichos medios, preferentemente, sistemas calefactores o sistemas
20 refrigerantes, utilizados individualmente o en combinación.

Otro objeto de la presente invención es el uso de un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales mediante compresión.

Otro objeto de la presente invención es el uso de un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales,
30 donde los materiales extruidos son metales o aleaciones de los mismos.

Otro objeto de la presente invención es el uso de un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales donde los materiales extruidos son materiales poliméricos, cerámicos o compuestos no metálicos.

5 Otro objeto de la presente invención es un método de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales que comprende:

- el apilamiento en serie de una pluralidad de matrices de extrusión, comprendiendo dichas matrices de extrusión uno o más canales angulares, a través de los cuales se procesan los materiales.

10 - la extrusión simultánea de los materiales a través de los canales angulares comprendidos en la serie formada por las matrices, mediante la aplicación de una o más fuerzas de compresión.

Otro objeto de la presente invención es un método de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, donde la integridad de la serie formada por las matrices de extrusión se mantiene mediante la aplicación de una o más fuerzas de cierre, de forma que la fuerza de cierre necesaria para mantener la integridad de cada matriz individual dentro de la serie se compensa con las fuerzas de cierre individuales necesarias para mantener la integridad de sus matrices vecinas en dicha serie.

15

20

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 muestra una vista en tres dimensiones de una posible configuración de las matrices y portamatrices de extrusión según la invención, donde los canales angulares poseen sección transversal circular, mostrando tanto la realización individual (derecha) de cada matriz-portamatriz, como el apilamiento de las mismas para un procesado múltiple (izquierda).

25

30 La Figura 2 muestra una realización de las matrices y portamatrices de extrusión según la invención, donde los canales

angulares empleados poseen una sección transversal cuadrada.

La Figura 3 muestra otra posible realización de la invención para la disposición espacial de las matrices en canal angular con sección transversal circular, en la que la matriz y la portamatriz conforman una
5 única pieza enteriza.

La Figura 4 muestra otra posible realización de la invención para la disposición espacial de las matrices en canal angular con sección transversal rectangular, en la que la matriz y la portamatriz conforman una única pieza enteriza.

10 La Figura 5 muestra otra posible realización de las matrices para el proceso MCM-DPS según la invención, en la que las matrices están divididas, con simetría radial, por la mitad de cada canal. En la Figura 5(a) se muestra una sección en la que se observa la configuración de las matrices apiladas según simetría radial en la etapa inicial, en la Figura
15 5(b) se muestra una etapa intermedia del proceso MCM-DPS y en la Figura 5(c) una vista conjunta en la etapa inicial del proceso MCM-DPS. En la Figura 5(d) se muestra una vista conjunta en la que se observa una configuración con dos canales (interior y exterior) por cada matriz, en la Figura 5(e) una sección que muestra detalle de los canales que se
20 observan en la Figura 5(d) y en la Figura 5(f) una vista conjunta en una etapa intermedia del proceso MCM-DPS.

La Figura 6 muestra otro posible esquema constructivo de las matrices para la extrusión en canal angular de piezas con sección transversal rectangular, en la que la distribución de apilamiento en serie
25 de las matrices se ha sustituido por una distribución de apilamiento con simetría radial que ubica los centros de las secciones transversales de los canales de extrusión equiespaciados angularmente. Los canales angulares de entrada y salida se configuran al acoplarse una parte superior con una parte inferior, tal como se muestra en la Figura 6(a).
30 Asimismo, en la Figura 6(b) y en la Figura 6(c) se muestran los punzones empleados al inicio y en una etapa intermedia, respectivamente. En las

Figuras 6(d), 6(e) y 6(f) se muestra otro esquema de configuración, similar al anterior, pero con la diferencia de presentar canales internos y externos.

La Figura 7 muestra un corte transversal en el que se observa la disposición de los punzones para la aplicación del proceso MCM-DPS según la invención.

La Figura 8 muestra una representación gráfica del valor obtenido, mediante simulación por elementos finitos, de la fuerza total (en kN) para evitar la apertura de las matrices en el eje de ordenadas frente a la longitud de las probetas extruidas (en mm) en el eje de abscisas, en el proceso MCM-DPS según una realización de la invención, considerando el esquema constructivo mostrado en la Figura 1, en el que el diámetro $D = 10$ mm, los radios de acuerdo $R_{\text{ext}} = R_{\text{int}} = 2$ mm, el ángulo entre los canales de las matrices de extrusión $\Phi = 90^\circ$ y la longitud de las probetas procesadas $L_{\text{init}} = 80$ mm, considerando el procesado de la AA5083 a temperatura ambiente y coeficiente de rozamiento de 0,1.

La Figura 9 muestra una representación gráfica del valor obtenido, mediante simulación por elementos finitos, de la fuerza de procesado por probeta extruida (en kN) en el eje de ordenadas frente a la longitud de las probetas extruidas (en mm) en el eje de abscisas, considerando el esquema constructivo mostrado en la Figura 1 en el que el diámetro $D = 10$ mm, los radios de acuerdo $R_{\text{ext}} = R_{\text{int}} = 2$ mm, el ángulo entre los canales de las matrices de extrusión $O = 90^\circ$ y la longitud de las probetas procesadas $L_{\text{init}} = 80$ mm, considerando el procesado de la AA5083 a temperatura ambiente y coeficiente de rozamiento de 0,1.

La Figura 10 muestra una representación gráfica del valor obtenido, mediante simulación por elementos finitos, de la fuerza total (en kN) para evitar la apertura de las matrices en el eje de ordenadas frente a la longitud de las probetas extruidas (en mm) en el eje de abscisas, considerando el esquema constructivo mostrado en la Figura 1 en el que el diámetro $D = 20$ mm, los radios de acuerdo $R_{\text{ext}} = R_{\text{int}} = 2$ mm, el ángulo

entre los canales de las matrices de extrusión $O = 90^\circ$ y la longitud de las probetas procesadas $L_{init} = 200$ mm, considerando el procesamiento de la AA5083 a temperatura ambiente y coeficiente de rozamiento de 0,1.

La Figura 11 muestra una representación gráfica del valor obtenido, mediante simulación por elementos finitos, de la fuerza de procesamiento por probeta extruida (en kN) en el eje de ordenadas frente a la longitud de las probetas extruidas (en mm) en el eje de abscisas, considerando el esquema constructivo mostrado en la Figura 1, en el que el diámetro $D = 20$ mm, los radios de acuerdo $R_{ext} = R_{int} = 2$ mm, el ángulo entre los canales de las matrices de extrusión $O = 90^\circ$ y la longitud de las probetas procesadas $L_{init} = 200$ mm, considerando el procesamiento de la AA5083 a temperatura ambiente y coeficiente de rozamiento de 0,1.

La Figura 12 muestra una representación gráfica del valor obtenido, mediante simulación por elementos finitos, de la fuerza total (en kN) para evitar la apertura de las matrices en el eje de ordenadas frente a la longitud de las probetas extruidas (en mm) en el eje de abscisas, considerando el esquema constructivo mostrado en la Figura 1 en el que el diámetro $D = 20$ mm, los radios de acuerdo $R_{ext} = R_{int} = 4$ mm, el ángulo entre los canales de las matrices de extrusión $O = 90^\circ$ y la longitud de las probetas procesadas $L_{init} = 200$ mm, considerando el procesamiento de la AA5083 a temperatura ambiente y coeficiente de rozamiento de 0,1.

La Figura 13 muestra una representación gráfica del valor obtenido, mediante simulación por elementos finitos, de la fuerza de procesamiento por probeta extruida (en kN) en el eje de ordenadas frente a la longitud de las probetas extruidas (en mm) en el eje de abscisas, considerando el esquema constructivo mostrado en la Figura 1 en el que el diámetro $D = 20$ mm, los radios de acuerdo $R_{ext} = R_{int} = 4$ mm, el ángulo entre los canales de las matrices de extrusión $O = 90^\circ$ y la longitud de las probetas procesadas $L_{init} = 200$ mm, considerando el procesamiento de la AA5083 a temperatura ambiente y coeficiente de rozamiento de 0,1.

En la Figura 14 se muestra una vista en tres dimensiones de la

etapa final de deformación según la invención, empleando accionamientos hidráulicos.

Las Figuras 15(a) y 15(b) muestran, respectivamente, las etapas inicial y final del proceso MCM-DPS, cuando se emplean accionamientos
5 hidráulicos para la compresión y el cierre de las matrices de extrusión.

La Figura 16 muestra una posible configuración de un alimentador automático de material para el proceso de MCM-DPS según la invención.

La Figura 17 muestra la secuencia de apertura/cierre de las matrices-portamatrices empleadas en el proceso MCM-DPS según una
10 realización de la invención.

La Figura 18 muestra la secuencia de apertura de las matrices (vista isométrica) empleadas en el proceso MCM-DPS según la invención, cuando el sistema de cierre de las matrices se encuentra conectado a los medios de cierre de las mismas.

La Figura 19 muestra una vista isométrica de un conjunto matriz-portamatriz según la invención, en el que se puede observar el empleo de resistencias calefactoras en la portamatriz de las matrices empleadas en el proceso MCM-DPS, con objeto de disminuir el límite elástico del material y facilitar el proceso de deformación plástica.
15

La Figura 20 muestra un esquema lateral del proceso MCM-DPS según la invención, empleando resistencias calefactoras en la zona de deformación.
20

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

25

La presente invención comprende un método de deformación simultánea en canal angular y/o poliangular que no modifica significativamente la sección transversal del material procesado, siendo aplicable a secciones muy diversas (cuadrada, rectangular, circular, poligonal, etc.). Para ello, tal y como se muestra en las figuras 1-6, se
30 emplea un dispositivo de deformación simultánea en canal angular o

poliangular que comprende una disposición de matrices de extrusión (1),
 preferentemente situadas en portamatrices (2), estando dichas matrices
 (1) preferentemente divididas en dos partes simétricas (3, 4),
 comprendiendo cada una de ellas uno o más canales angulares (5), y
 5 comprendiendo dichos canales (5) una entrada (6) y una salida (7). Las
 matrices de extrusión (1) se encuentran apiladas una a continuación de la
 anterior. Asimismo, como se muestra en las Figuras 5-7, se emplea, para
 comprimir las probetas, un conjunto de punzones (8) de igual número que
 los canales angulares (5) de las citadas matrices (1), que encajan en
 10 ellas y que se emplean para ejercer la fuerza de compresión necesaria
 para el procesado múltiple de materiales mediante deformación plástica
 severa. La disposición espacial de las matrices de extrusión (1) según la
 presente invención posibilita realizar el proceso de extrusión de forma
 simultánea para todas las matrices (1) empleadas, reduciéndose
 15 significativamente las fuerzas necesarias para efectuar el cierre de las
 mismas, ya que las fuerzas de reacción que tienden a abrir las matrices
 (1) y que aparecen durante el proceso de deformación en canal angular se
 compensan, siendo necesaria únicamente la aplicación de una fuerza de
 cierre sobre el conjunto de las matrices (1) empleadas, aplicada
 20 únicamente sobre la primera, evitando así la necesidad de aplicar una
 fuerza de cierre para cada matriz (1) tomada individualmente. El hecho de
 mantener unidas las matrices (1) durante el proceso de extrusión es de
 suma importancia, ya que si éstas se abren durante el mismo se puede
 provocar la rotura de los punzones (8) y/o el flujo del material entre las
 25 matrices (1) al exterior. Como puede observarse en las Figuras 8, 10 y
 12, que muestran la fuerza de cierre (F) de una matriz (1), en kN,
 necesaria cuando se extruyen dos probetas simultáneamente en función
 de la longitud extruida (L) en mm, y en las Figuras 9, 11 y 13, que
 muestran la fuerza necesaria (F) en kN para la extrusión individual de
 30 cada probeta en función de la longitud extruida (L) en mm, la fuerza
 necesaria para mantener cerradas las matrices (1) durante el proceso de

extrusión en canal angular es del orden de cuatro a cinco veces la fuerza de compresión necesaria para la extrusión de cada probeta, consecuencia del endurecimiento del material, de la geometría de la matriz (1) y del rozamiento con los canales (5) de la matriz (1).

5 Adicionalmente, el aumento de las fuerzas de cierre necesarias en cada matriz, a medida que se aumenta el número de probetas extruidas en la misma, provocaría que, en la práctica, el procesado múltiple de materiales mediante una única matriz con una pluralidad de canales (5) resultase un método muy exigente respecto a las fuerzas de cierre

10 requeridas, limitando, a la postre, el número de probetas que pueden procesarse. Con la presente invención, la fuerza de cierre para una sucesión de matrices (1) se mantiene constante e independiente del número de matrices (1) apiladas, con lo que la relación "Fuerza de cierre / Fuerza de compresión" es mucho menor que la que se tendría en el caso

15 de querer extruir varias piezas de forma simultánea con procesos convencionales de extrusión en canal angular, empleando varias prensas para extruir una pieza en cada una de ellas. Además, la productividad que se consigue mediante la presente invención es muy superior a otras configuraciones existentes en el estado de la técnica. Dicha productividad

20 está limitada únicamente por las dimensiones del equipo empleado para llevar a cabo el proceso, ya que, como se ha indicado, la limitación no proviene de la fuerza de cierre que debe realizarse con dicho equipo.

Por todo ello, con la presente invención, se evitan los problemas relacionados con la fuerza necesaria para mantener el cierre de las

25 matrices (1), al aumentar el número de probetas extruidas en cada etapa de proceso. Ello hace que se puedan apilar, en una sucesión dispuesta paralelamente (Figuras 1-4), con una simetría radial (Figura 5) o mediante otras disposiciones, un número de matrices-portamatrices limitado únicamente por las dimensiones del equipo donde se van a

30 acoplar, ya que la fuerza de cierre necesaria se mantiene invariable, en relación con la que sería preciso realizar para la extrusión con una única

matriz (1).

Los canales angulares (5) comprendidos en las matrices (1) por las que el material es procesado, incluyen uno o varios ángulos de cualquier valor eficaz para producir un efecto de tensión cortante al material. Un valor preferido para dichos ángulos de los canales angulares (5) es de 90°. Sin embargo, el proceso es también eficaz empleando canales angulares con ángulos de otros valores. Asimismo, los radios de acuerdo, definidos como los radios interior y exterior de los perfiles de curvatura que conforman los canales (5) para realizar la deformación de los materiales, son preferentemente iguales, aunque pueden tener valores diferentes.

La Figura 1 muestra una vista en tres dimensiones de una posible configuración de la disposición espacial empleada para las matrices de extrusión (1) en canal angular, las cuales, como se observa, están divididas en dos partes simétricas (3, 4) cada una de ellas con dos canales angulares (5) con sección transversal circular, situadas en portamatrices (2), que se encuentran apiladas en serie, una a continuación de la anterior, con objeto de que sea posible procesar simultáneamente ocho probetas con sección transversal circular, aunque dicho número puede variar mediante el acoplamiento de un mayor o menor número de conjuntos matriz-portamatriz dispuestos consecutivamente. Mediante esta configuración de matrices (1), las fuerzas de cierre necesarias se ven compensadas dos a dos, teniendo que aplicarse únicamente la fuerza necesaria para mantener cerrada una matriz (1) durante el proceso de extrusión.

En la Figura 2, se muestra un esquema similar al de la Figura 1, con la diferencia de que en el presente caso se emplean matrices con sección transversal cuadrada.

En otras realizaciones de la invención (Figuras 3 y 4), las matrices (1) y las portamatrices (2) conforman una única pieza enteriza.

En otra realización de la invención, los conjuntos matriz-portamatriz

se apilan con una simetría radial en forma de secciones circulares, tal y como se muestra en la Figura 5. En la Figura 5(a) se muestra una sección en la que se observa la configuración de las matrices (1) apiladas según simetría radial en la etapa inicial del procesado, en la Figura 5(b) se muestra una etapa intermedia y en la Figura 5(c) una vista conjunta en la etapa inicial del proceso. En la Figura 5(d) se muestra una vista conjunta en la que se observa una configuración con dos canales (5) (interior y exterior) por cada matriz, en la Figura 5(e) se muestra una sección con el detalle de los canales que se observan en la Figura 5(d), y en la Figura 5(f) se muestra una vista conjunta en una etapa intermedia del procesado de materiales.

Otra posible realización de las matrices de extrusión (1) según la presente invención es la propuesta en la Figura 6. En esta disposición espacial de las matrices (1), la distribución de apilamiento horizontal en serie se ha sustituido por una distribución de apilamiento vertical, que ubica los centros de las secciones transversales de los canales (5) equiespaciados angularmente. Asimismo, en esta configuración, las matrices (1) no están divididas de forma simétrica, sino que la entrada (6) y la salida (7) de los canales angulares (1) se configuran al encontrarse una parte superior (9) de la matriz (1) sobre una parte inferior (10) de dicha matriz (1) (ver Figura 6(a)). En la Figura 6(b) y en la Figura 6(c) se muestran los punzones (8) empleados en una etapa inicial del procesado de los materiales y en una etapa intermedia, respectivamente, y en la Figura 6(d), Figura 6(e) y Figura 6(f) se muestra otro esquema de configuración, similar al anterior, pero con la diferencia de presentar canales internos (11) y externos (12). En estas realizaciones, las fuerzas necesarias para el cierre de las matrices se compensan con una geometría diferente a las realizaciones de las Figuras 1-5. No obstante, en todas ellas existe, también, una disminución de las fuerzas necesarias para el mantener el cierre de las matrices (1), siendo únicamente necesario compensar la fuerza vertical que aparece al deformarse el

material en la salida (7). Del mismo modo que en otras realizaciones de la invención, es posible procesar simultáneamente varias piezas, con menores fuerzas de cierre que en las configuraciones tradicionales de extrusión en canal angular, existiendo una compensación diametral de las
5 fuerzas de cierre que se produce entre cada par de canales (5) presente en la matriz de extrusión (1). En esta realización de la invención, las matrices de extrusión (1) son apilables por pares, oponiendo en cada par de matrices (1), sus respectivas partes inferiores (10), y siendo necesaria la utilización de dos conjuntos de punzones (8) para la compresión de las
10 probetas procesadas, aplicándose cada conjunto de punzones (8) sobre cada una de las partes superiores (9).

Para ejercer la fuerza de compresión y la fuerza de cierre necesarias para procesar al material en las distintas realizaciones de la invención se pueden emplear, por ejemplo, accionamientos hidráulicos
15 (13) como los mostrados en las Figuras 14-15. Cabe señalar que es posible emplear cualquier otro sistema de compresión y de cierre, por ejemplo mecánico, neumático, electromecánico, o una combinación de los mismos. Como puede observarse en el sistema hidráulico mostrado en las citadas Figuras 14-15, uno o más medios de compresión (14)
20 ejercen la fuerza de compresión necesaria para la multiextrusión de material, comprendiendo dichos medios de compresión (14) una pluralidad de punzones (8), que ejercen la fuerza de compresión sobre las probetas situadas en los canales (5) de las matrices (1), pudiendo poseer dichos punzones (8) diferentes secciones transversales, en
25 función del diseño de las matrices de extrusión (1) utilizadas. Por otra parte, uno o más medios de cierre (15) ejercen la fuerza de compresión necesaria para mantener cerrado todo el conjunto de matrices (1) durante el proceso de extrusión. Una vez terminado el proceso, el conjunto puede retornar a la posición inicial, con objeto de proceder a la extracción del
30 material deformado.

Una vez que ha terminado cada etapa del proceso de MCM-DPS

(accionamiento del medio de compresión (14) sobre la entrada (6) de los canales (5), deformación de las probetas en canal angular y retroceso de dicho medio de compresión (14) a la posición inicial) es posible extraer el material extruido. Cabe señalar, sin embargo, que la presente invención
5 permite el procesado de múltiples probetas de forma continua sin extraer el material, ya que, tras el procesado de cada probeta, ésta se encuentra en la salida (7) de los canales (5). Ello permite, mediante el procesado de matrices (1) subsiguientes, que las nuevas probetas que atraviesan la entrada (6) de los canales (5) empujen las probetas que se encuentran
10 en la salida (7) en cada procesado, de forma que estas últimas abandonen dichos canales (5) sin necesidad de realizar una extracción individualizada.

Asimismo, el dispositivo de extrusión según la presente invención puede comprender tanto una alimentación manual de los materiales
15 extruidos, como medios de alimentación automática (16) y continua de dichos materiales (ver Figura 16), proporcionando esta última mayores velocidades de producción. La presente invención posibilita, adicionalmente, el reprocesado de una misma probeta, reintroduciéndola por la entrada (6) de los canales angulares (5) y repitiendo el proceso de
20 extrusión el número de veces que se desee, en función de las características particulares del proceso realizado o de los materiales procesados. Preferentemente, el proceso de extrusión se aplica, al menos, dos veces a cada probeta, pudiendo aplicar giros sobre el eje longitudinal de la misma con respecto a su orientación original, en cada
25 procesado posterior al primero.

Para la realización de la apertura de las matrices (1) de una forma más sencilla y eficaz, la presente invención comprende, opcionalmente, medios de conexión (17) de las matrices de extrusión (1). Tal y como se muestra en la Figura 17, dichos medios (17) permiten realizar, de forma
30 conectada y simultánea, tanto la apertura como el cierre de las matrices (1). Los citados medios de conexión (17) son, preferentemente, una

disposición de fijaciones deslizantes (18) sobre barras (19), donde dichas barras (19) unen cada una de las matrices (1) con su matriz o matrices adyacentes. Esta opción resulta de interés para lubricar de una forma simultánea y eficaz la entrada (6) y la salida (7) de los canales (5) de las matrices (1). También es posible, en una realización de la presente invención (Figura 18), acoplar los citados medios de conexión (17) a los medios de cierre (15), de forma que la apertura o el cierre de las matrices (1) se realice en una única etapa, combinándola simultáneamente con la retirada o la aplicación, respectivamente, de dichos medios de cierre (15), optimizando así los tiempos de proceso de los materiales extruidos.

El método y el dispositivo objeto de la presente invención son aplicables a materiales de partida con secciones muy diversas, tanto macizas como huecas. Por ejemplo: preformas con sección cuadrada o rectangular, preformas con sección circular u ovalada, o preformas con sección poligonal. Tales materiales pueden presentar conformaciones de partida con diversas secciones como, por ejemplo, barras, chapas, láminas, planchas, tubos, perfil hueco, etc.

Los materiales procesables mediante la presente invención son, preferentemente, metales y aleaciones de los mismos. No obstante, también es posible, mediante otras realizaciones de la invención, emplear otro tipo de materiales, tales como polímeros, materiales cerámicos, u otro tipo de compuestos no metálicos. Dichos materiales pueden ser sometidos, antes o después de su procesado, a tratamientos superficiales, térmicos, o de otros tipos, en función de las necesidades de dicho procesado.

Para cualquiera de las realizaciones posibles de la invención, el proceso de extrusión puede realizarse a temperatura ambiente o a temperatura controlada, empleándose, en el segundo caso, matrices (1) que puedan ser calentadas o enfriadas, a través de medios de control de temperatura (20). La transferencia de calor a través de los materiales extruidos puede realizarse empleando distintos métodos de calentamiento

o refrigeración, en función de las necesidades del procesado. La Figura 19 muestra una vista isométrica de un conjunto matriz-portamatriz donde los medios de control de temperatura (20) son resistencias calefactoras instaladas en las portamatrices (2) de las matrices (1) empleadas en el proceso MCM-DPS. En la Figura 20 se muestra un esquema constructivo lateral de las matrices de extrusión (1), empleando dichas resistencias calefactoras en la zona de deformación.

MODOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

10

Ejemplo 1: Procesado simultáneo de 16 piezas de sección circular (80 mm de longitud y 10 mm de diámetro) de la aleación de aluminio AA6060 empleando el proceso MCM-DPS.

15

Se parte de preformas de la aleación de aluminio AA6060 de 80 mm de largo y 10 mm de diámetro. Dicha aleación se procesa mediante MCM-DPS a temperatura ambiente, empleando ocho matrices (1), divididas en dos partes simétricas (3, 4) y alojadas en portamatrices (2), según la disposición mostrada por la Figura 1, en la que el diámetro (D) de los canales (5) de la matriz (1) es de 10 mm, los radios de acuerdo exterior e interior del canal (R_{ext} y R_{int}) tienen un valor de 2 mm, cada uno, el ángulo entre los canales (5) de las matrices (1) de extrusión (O) tiene un valor de 90° y la longitud de las probetas procesadas es de 80 mm. La velocidad de compresión empleada es de 140 mm/min y para la generación de la presión necesaria se emplean dos cilindros hidráulicos, un cilindro vertical, que ejerce la fuerza de compresión, siendo capaz de desarrollar 1200 kN, y el horizontal, que evita la apertura de las matrices (1), siendo capaz de desarrollar una fuerza de compresión de 1200 kN. Como lubricante se emplea disulfuro de molibdeno en spray. El lubricante se aplica antes de colocar el material sobre las matrices (1), para lo cual se emplean matrices (1) divididas por su plano medio y a las cuales se

aplica una presión de cierre mediante el sistema hidráulico anteriormente indicado. Las matrices se encuentran a temperatura ambiente. Con la configuración propuesta es posible obtener en una única carrera de descenso de la prensa dieciséis probetas de la aleación de aluminio considerada altamente deformadas y sin modificación significativa de su sección transversal. Asimismo, es posible realizar el cierre mecánico de todo el conjunto, sin más que aplicar la fuerza necesaria para mantener cerrada una única matriz (1), como consecuencia de la distribución espacial característica del proceso MCM-DPS. Para la alimentación del material a las matrices (1) en canal angular se emplea un almacén automatizado que realiza la función de alimentación automática del material y conduce a las probetas al canal de entrada de las matrices. Posteriormente, el material obtenido se vuelve a introducir en la entrada (6) de los canales angulares (5), rotando dicho material 180° respecto a su eje longitudinal, y se repite de nuevo el proceso de extrusión.

Ejemplo 2: Procesado simultáneo de 8 piezas de sección circular (200 mm de longitud y 20 mm de diámetro) de la aleación de aluminio AA5083 empleando el proceso MCM-DPS a la temperatura de 150 °C.

Se parte de preformas de la aleación de aluminio AA5083 de 200 mm de largo y 20 mm de diámetro. Dicha aleación se procesa mediante MCM-DPS a temperatura de 150 °C, empleando cuatro matrices (1), divididas en dos partes simétricas (3, 4) y alojadas en portamatrices (2), según la disposición mostrada por la Figura 1. El diámetro (D) de los canales (5) de la matriz (1) es de 20 mm, los radios de acuerdo exterior e interior del canal (R_{ext} y R_{int}) tienen un valor de 4 mm, cada uno, el ángulo entre los canales (5) de las matrices (1) de extrusión (O) tiene un valor de 90° y la longitud de las probetas procesadas es de 200 mm. La velocidad de compresión empleada es de 120 mm/min y para la generación de la presión necesaria se emplean dos cilindros hidráulicos.

El vertical, que ejerce la fuerza de compresión, es capaz de desarrollar 3000 kN y el horizontal, que evita la apertura de las matrices (1), es capaz de desarrollar una fuerza de compresión de 5000 kN. Como lubricante se emplea un aceite sintético resistente a la temperatura de proceso, antes de colocar el material sobre las matrices (1) y de proceder al calentamiento, para lo cual se emplean matrices (1) divididas por su plano medio y a las cuales se aplica una presión de cierre mediante un sistema hidráulico. Las matrices (1) se encuentran a la temperatura de 150 °C, empleando, para ello, resistencias calefactoras situadas en las proximidades de la zona de deformación. Al colocar el material, las matrices se empezarán a calentar hasta alcanzar la temperatura de referencia fijada (150 °C) estando el material situado dentro de las matrices (1). Una vez que se haya medido la temperatura mediante el empleo de termopares situados en distintos puntos de las matrices (1) se inicia el proceso MCM-DPS. Con la configuración propuesta es posible obtener en una única carrera de descenso de la prensa ocho probetas de la aleación de aluminio considerada altamente deformadas y sin modificación significativa de su sección transversal.

Ejemplo 3: Procesado simultáneo de 4 piezas de sección cuadrada (100 mm de longitud y 9 mm de lado) de un acero de bajo contenido en carbono empleando el proceso MCM-DPS.

Se parte de preformas de un acero de bajo contenido en carbono de 100 mm de largo y 9 mm de lado. Dicho acero se procesa mediante MCM-DPS a temperatura ambiente, empleando dos matrices (1), divididas en dos partes simétricas (3, 4) y alojadas en portamatrices (2), según la disposición mostrada por la Figura 2, en la que los canales (5) de la matriz (1) presentan sección transversal de 9 mm de lado, los radios de acuerdo exterior e interior del canal (R_{ext} y R_{int}) tienen un valor de 1,25 y 2,0 mm, respectivamente, el ángulo entre los canales (5) de las

matrices (1) de extrusión (O) tiene un valor de 90° y la longitud de las probetas procesadas es de 100 mm. La velocidad de compresión empleada es de 80 mm/min y para la generación de la presión necesaria se emplean dos cilindros hidráulicos. El vertical, que ejerce la fuerza de compresión, es capaz de desarrollar 2000 kN y el horizontal, que evita la apertura de las matrices (1), es capaz de desarrollar una fuerza de compresión de 2500 kN. Como lubricante se emplea disulfuro de molibdeno en spray, antes de colocar el material sobre las matrices (1), que están divididas por su plano medio y a las cuales se aplica una presión de cierre mediante un sistema hidráulico. Las matrices (1) se encuentran a temperatura ambiente. Con la configuración propuesta, es posible obtener en una única carrera de descenso de la prensa cuatro piezas de acero altamente deformadas y sin modificación significativa de su sección transversal. Para la alimentación del material a las matrices (1) en canal angular se emplea un almacén automatizado que realiza la función de alimentación automática del material y conduce a las probetas a los canales (5) de entrada de las matrices (1). Posteriormente, el material obtenido se vuelve a introducir en la entrada (6) de los canales angulares (5), rotando dicho material 180° respecto a su eje longitudinal, y se repite de nuevo el proceso de extrusión.

Ejemplo 4: Procesado simultáneo de cuatro piezas de sección rectangular de 100 x 20 mm x 150 mm de acero inoxidable A309 mediante MCM-DPS, a la temperatura de 525 °C

Se parte de 4 bloques de acero inoxidable A309, de (100 mm x 20 mm x 150 mm) (largo x ancho x alto). Dichos bloques de acero se procesan mediante MCM-DPS a temperatura de 525 °C y empleando dos matrices de extrusión (1) en canal angular, divididas en dos partes simétricas (3, 4) y alojadas en portamatrices (2), que presentan un ángulo de 95°, entre el canal de entrada y el de salida, y radios de acuerdo entre los canales de

entrada y salida iguales y de valor 3,0 mm. La configuración espacial de las matrices (1) hace que los centros geométricos de los punzones de extrusión se encuentren en una disposición espacial tal que sus centros geométricos se encuentran sobre los vértices de un rectángulo de dimensiones 300 x 300 mm. La velocidad a la que se realizan las extrusiones simultáneas es de 50 mm/min y, para la generación de la presión necesaria, se emplea un cilindro hidráulico en una prensa vertical de 4000 kN. Con objeto de disminuir el rozamiento en los canales de extrusión (5), se emplea un lubricante de grafito aplicado previamente sobre las matrices (1) en canal angular, antes de colocar el material sobre ellas y de iniciar el calentamiento. Se emplean matrices (1) divididas por su plano medio y a las cuales se aplica una presión de cierre mediante un sistema hidráulico capaz de desarrollar una fuerza de cierre de 4000 kN. Las matrices (1) se encuentran a temperatura de 525 °C, para lo cual se emplean resistencias calefactoras que, por conducción, hacen llegar el calor necesario a la zona de deformación, en la cual están alojados termopares para regular la temperatura de proceso. Con la configuración propuesta es posible obtener en una única carrera de descenso de la prensa cuatro bloques de acero altamente deformados y sin modificación significativa de su sección transversal. Al final del proceso se realiza un tratamiento térmico de alivio de tensiones a las piezas procesadas. Tanto para la alimentación como para la extracción del material una vez deformado se emplea un manipulador automatizado.

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales que comprende una pluralidad de matrices de extrusión (1), donde:

- cada una de dichas matrices de extrusión (1) comprende uno o más canales angulares (5), a través de los cuales se extruyen los materiales, estando dotados dichos canales angulares (5) de, al menos, una entrada (6) y, al menos, una salida (7),
- la pluralidad de matrices de extrusión (1) es apilable en serie,
- los materiales que atraviesan los canales angulares (5) pertenecientes a la serie formada por las matrices (1) son extruibles simultáneamente, a través de la compresión de dichos materiales mediante uno o más medios de compresión (14).

2.- Dispositivo según la reivindicación 1, donde la serie formada por las matrices de extrusión (1) es capaz, durante la compresión de los materiales procesados a través de los canales (5), de mantener su integridad mediante la aplicación de uno o más medios de cierre (15).

3.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, donde la serie formada por las matrices de extrusión (1) posee una configuración tal que la fuerza de cierre necesaria para mantener la integridad de cada matriz (1) individual dentro de la serie se compensa con las fuerzas de cierre necesarias para mantener la integridad de sus matrices (1) vecinas en dicha serie.

4.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde las matrices de extrusión (1) están alojadas en portamatrices (2).

5.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, donde

las matrices de extrusión (1) se alojan en una única portamatriz (2).

6.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, donde las matrices de extrusión (1) están divididas en dos partes simétricas (3, 4).

7.- Dispositivo según la reivindicación 6, donde uno o más canales angulares (5) comprendidos en las matrices de extrusión (1) están divididos por la mitad, estando cada mitad alojada en cada una de las partes simétricas (3, 4) de las matrices de extrusión (1).

8.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, donde la pluralidad de matrices de extrusión (1), al apilarse en serie para el procesado múltiple de materiales, forma un conjunto que guarda una simetría radial respecto a un eje vertical u horizontal.

9.- Dispositivo según la reivindicación 8, donde los canales angulares (5) del conjunto que forman las matrices de extrusión (1) están angularmente equiespaciados.

10.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde las matrices de extrusión (1) se configuran mediante la unión de una parte superior (9) que aloja un canal de entrada (6) y una parte inferior (10) que aloja un canal de salida (7), donde los canales angulares (5) a través de los cuales se procesan los materiales se forman mediante la unión de cada canal de entrada (6) con cada canal de salida (7), al ponerse en contacto las partes superior (9) e inferior (10) de las matrices (1).

11.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-10, donde los canales angulares (5) comprenden uno o más ángulos iguales a 90°.

12.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, donde los canales angulares (5) poseen una sección transversal circular, ovalada, cuadrada, rectangular o poligonal.

5 13.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-12, donde las matrices de extrusión (1) poseen una pluralidad de canales angulares (5) de diferentes secciones transversales.

10 14.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-13, donde la entrada (6) y la salida (7) de los canales angulares (5) poseen la misma sección transversal.

15 15.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-13, donde la entrada (6) y la salida (7) de los canales angulares (5) poseen distinta sección transversal.

20 16.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-15, donde la entrada (6) y la salida (7) de los canales angulares (5) poseen la misma longitud.

25 17.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-15, donde la entrada (6) y la salida (7) de los canales angulares (5) poseen distinta longitud.

30 18.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-17, donde los radios de acuerdo interior y exterior de los canales angulares (5) son iguales.

35 19.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-17, donde los radios de acuerdo interior y exterior de los canales angulares (5) son distintos.

20.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-19 que comprende una pluralidad de punzones (8) para el procesado de los materiales.

5 21.- Dispositivo según la reivindicación 20, donde los punzones (8) están comprendidos en los medios de compresión (14).

22.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-21, donde los medios de compresión (14) y/o los medios de cierre (15)
10 comprenden uno o más sistemas hidráulicos, mecánicos, neumáticos o electromecánicos, empleados dichos sistemas individualmente o en combinación.

23.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-22,
15 donde la alimentación de los materiales procesados se realiza bien de forma manual, bien mediante medios de alimentación automática (16), o mediante una combinación de los mismos.

24.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-23,
20 donde las matrices de extrusión (1) comprenden medios de conexión (17) para realizar una apertura o un cierre simultáneo de dichas matrices de extrusión (1).

25.- Dispositivo según la reivindicación 24, donde los medios de
25 conexión (17) son, preferentemente, una disposición de fijaciones deslizantes (18) sobre barras (19), estando dichas fijaciones (18) instaladas en las matrices (1), y donde dichas barras (19) conectan cada una de las matrices (1) con su matriz o matrices adyacentes.

30 26.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-25, que comprende, adicionalmente, medios para el control de la temperatura (20),

siendo dichos medios, preferentemente, sistemas calefactores o sistemas refrigerantes, utilizados individualmente o en combinación.

27.- Uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones
5 1-26 para la extrusión múltiple de materiales mediante compresión.

28.- Uso según la reivindicación 27, donde los materiales extruidos son metales o aleaciones de los mismos.

10 29.- Uso según la reivindicación 27, donde los materiales extruidos son materiales poliméricos, cerámicos o compuestos no metálicos.

30.- Método de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales que comprende:

15 - el apilamiento en serie de una pluralidad de matrices de extrusión (1), comprendiendo dichas matrices de extrusión (1) uno o más canales angulares (5), a través de los cuales se procesan los materiales.

- la extrusión simultánea de los materiales a través de los canales angulares (5) comprendidos en la serie formada por las matrices (1),
20 mediante la aplicación de una o más fuerzas de compresión.

31.- Método según la reivindicación 30, donde la integridad de la serie formada por las matrices de extrusión (1) se mantiene mediante la aplicación de una o más fuerzas de cierre, de forma que la fuerza de cierre
25 necesaria para mantener la integridad de cada matriz (1) individual dentro de la serie se compensa con las fuerzas de cierre individuales necesarias para mantener la integridad de sus matrices (1) vecinas en dicha serie.

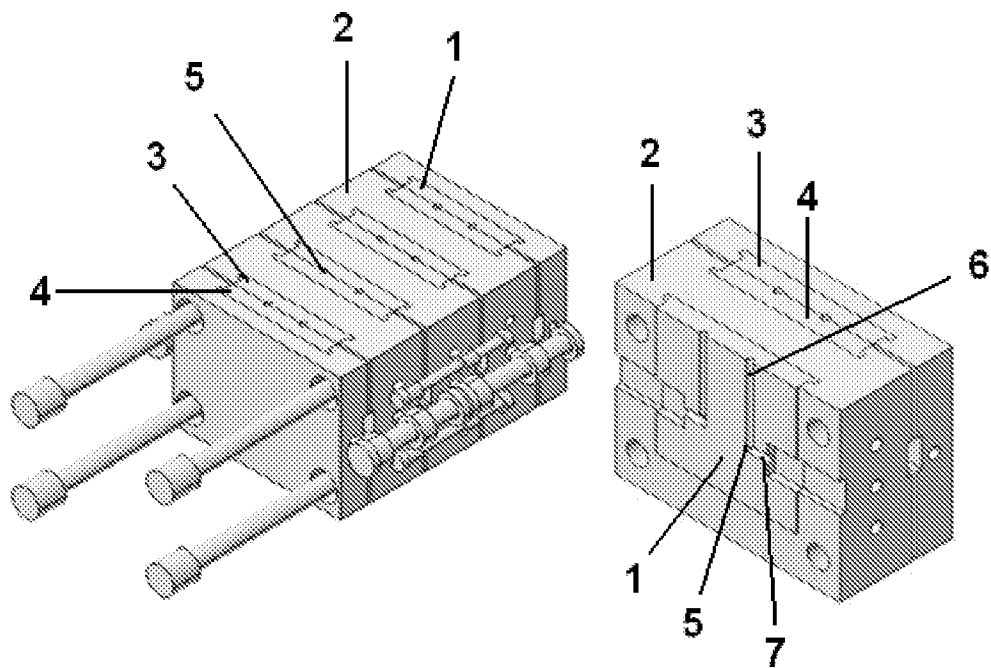


Fig. 1

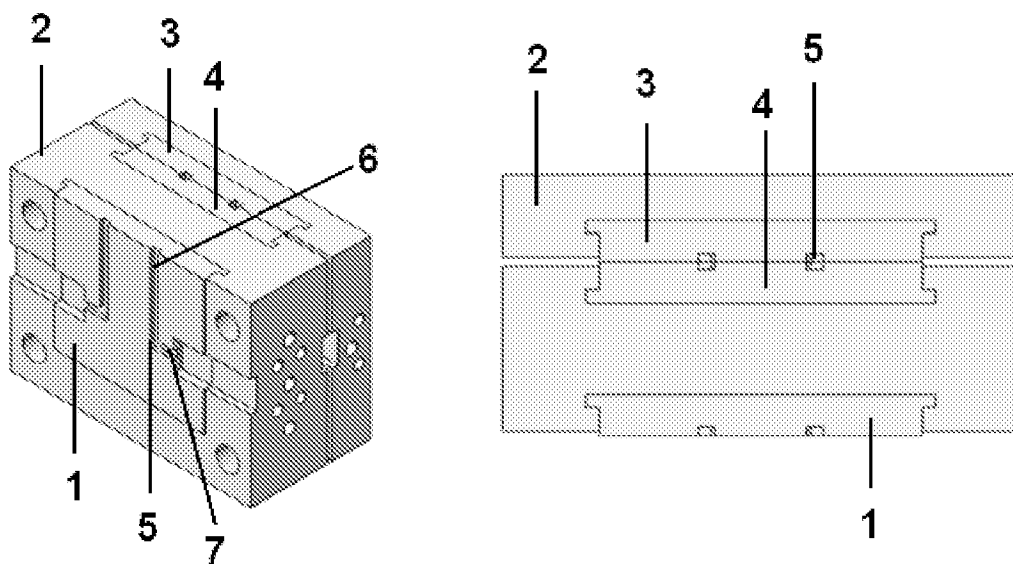


Fig. 2

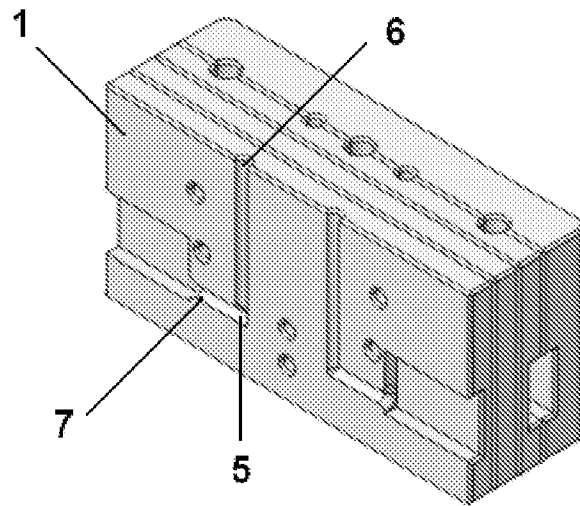


Fig. 3

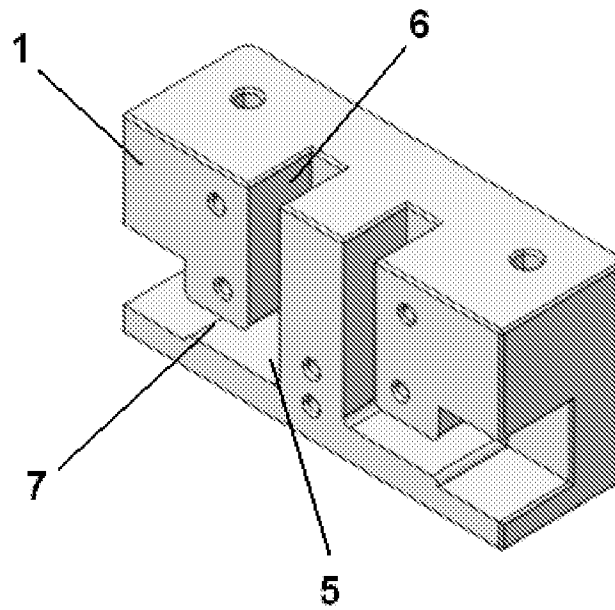


Fig. 4

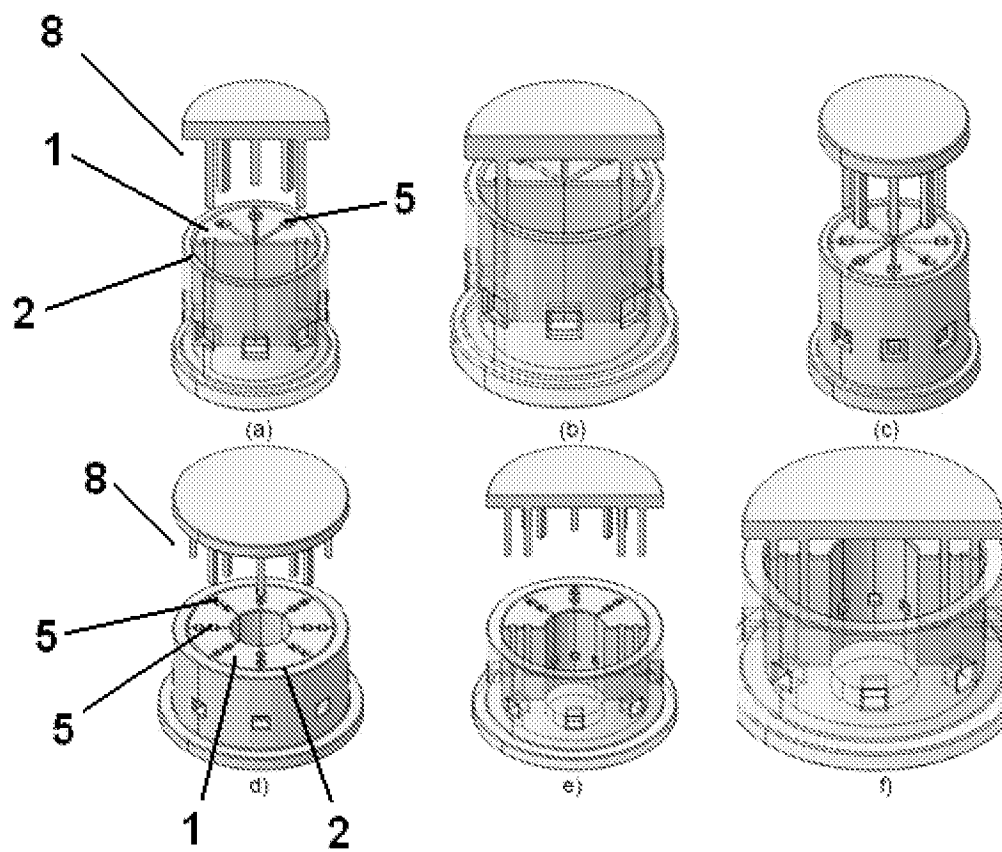


Fig. 5

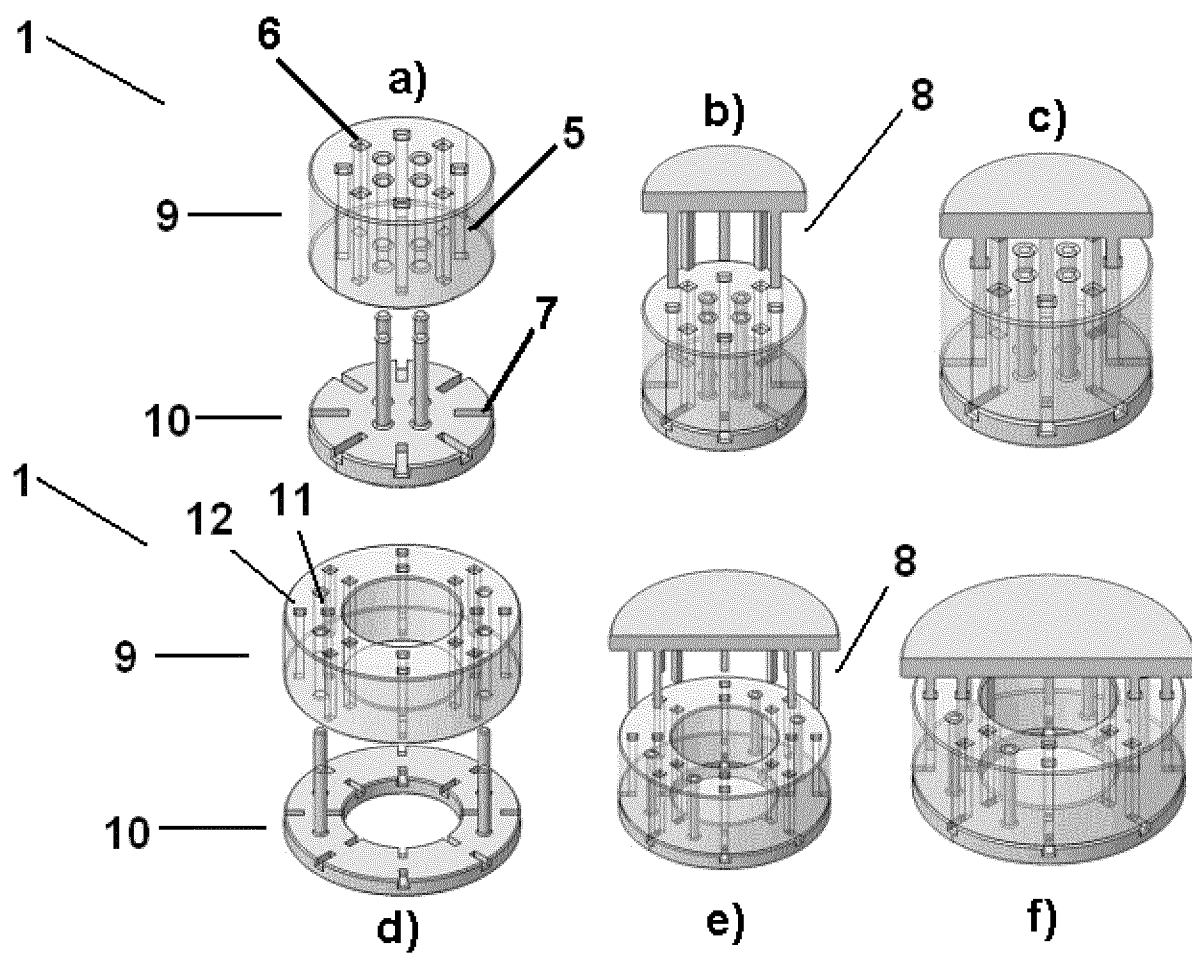


Fig. 6

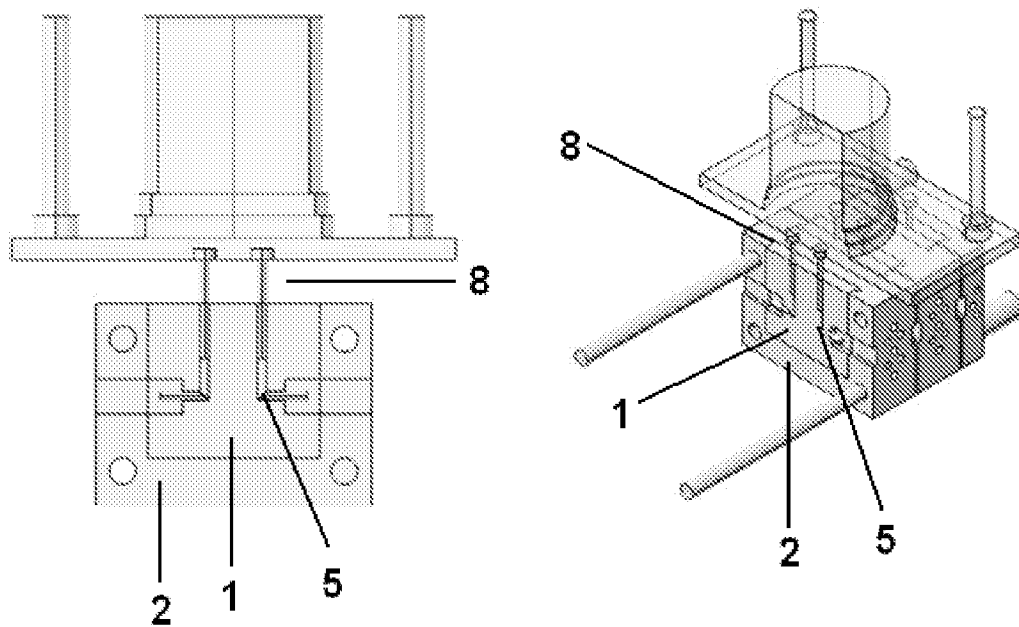


Fig. 7

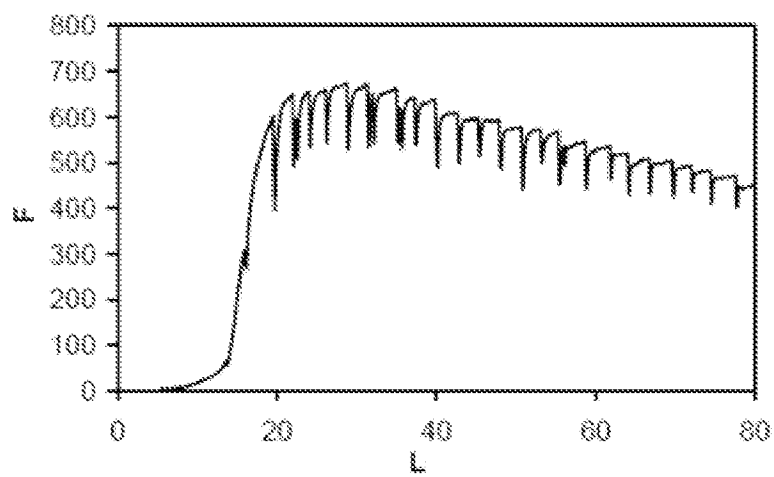


Fig. 8

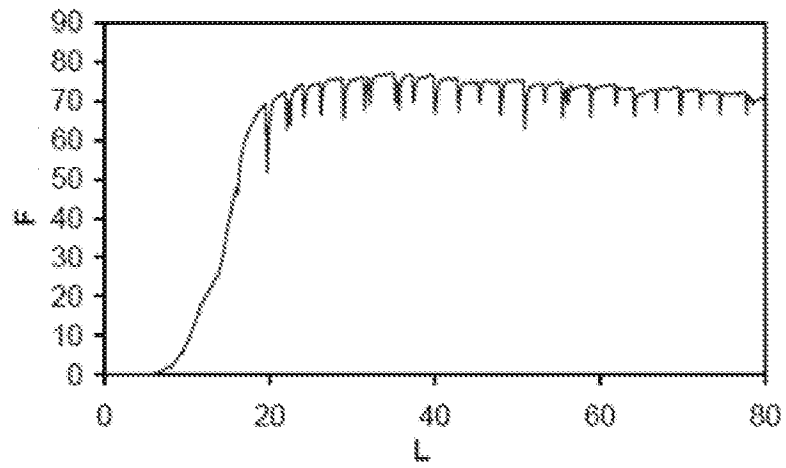


Fig. 9

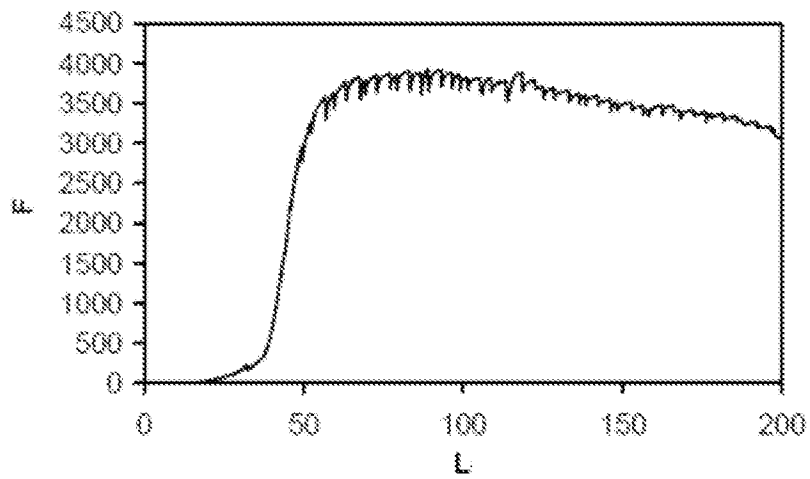


Fig. 10

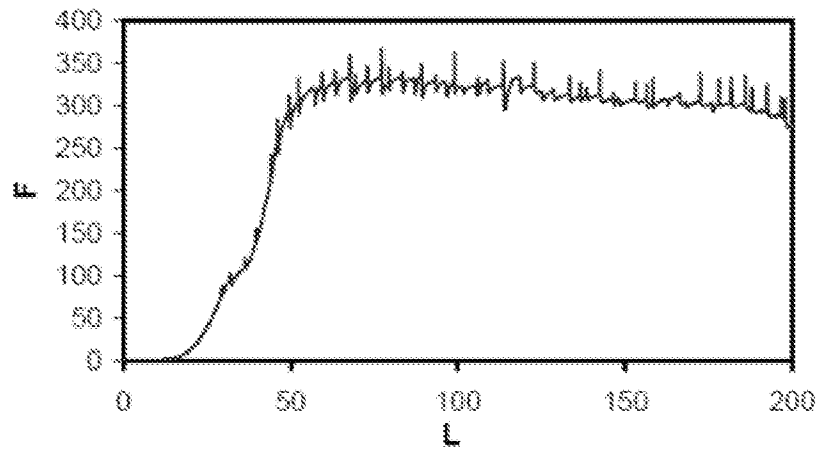


Fig. 11

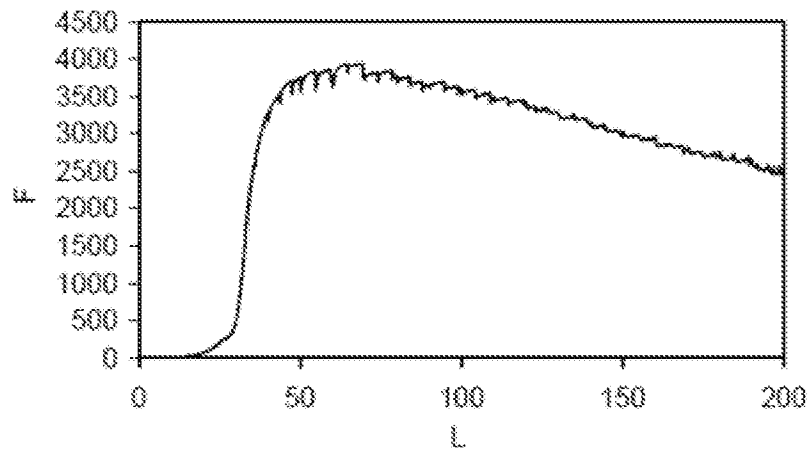


Fig. 12

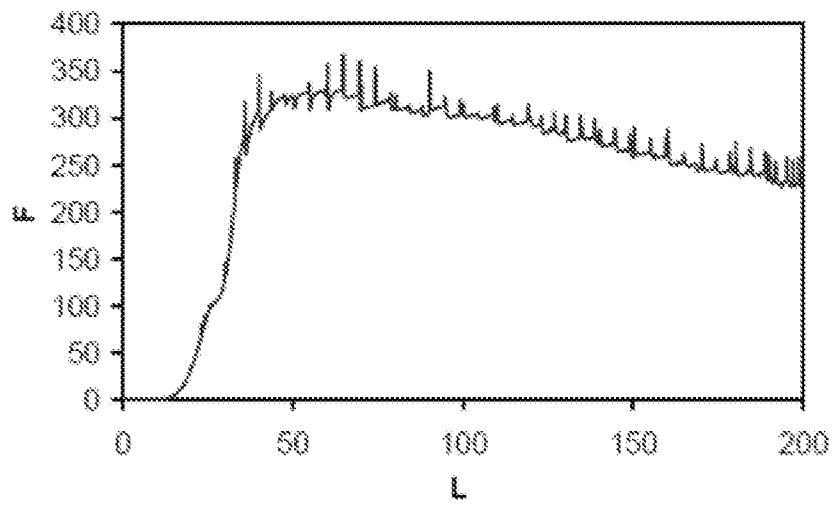


Fig. 13

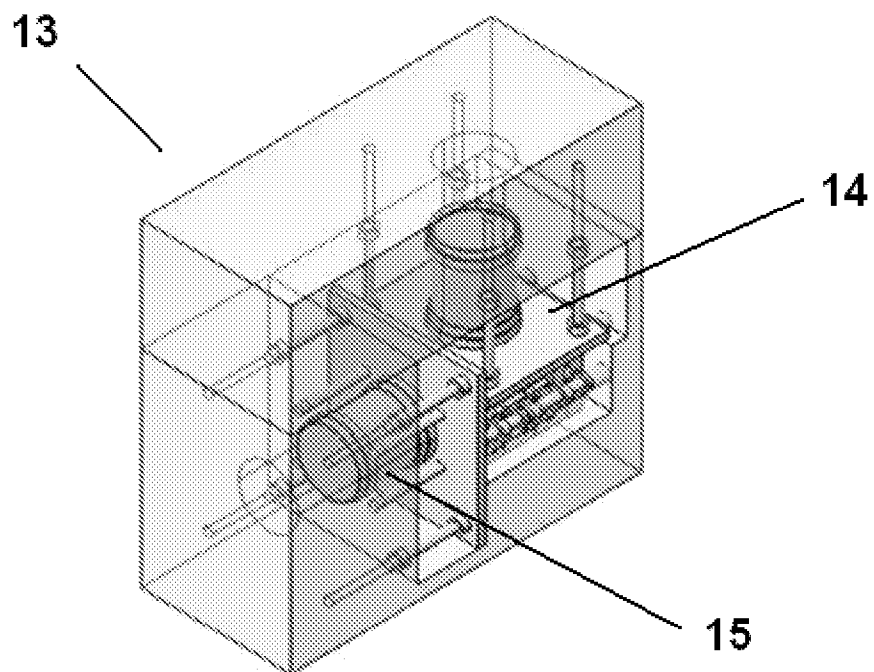


Fig. 14

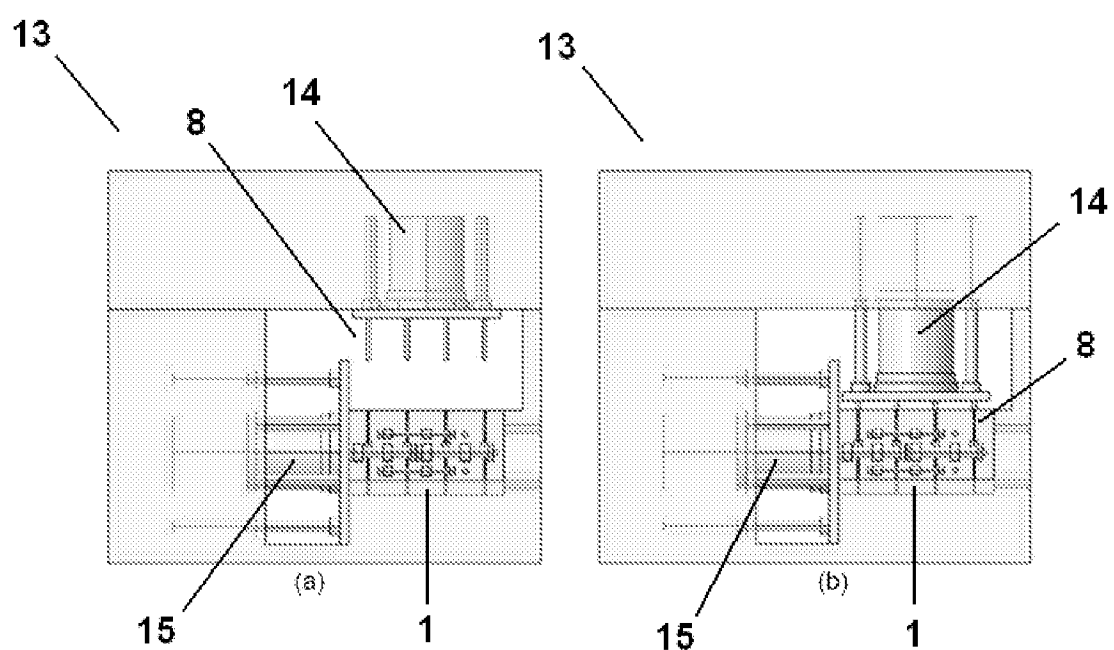


Fig. 15

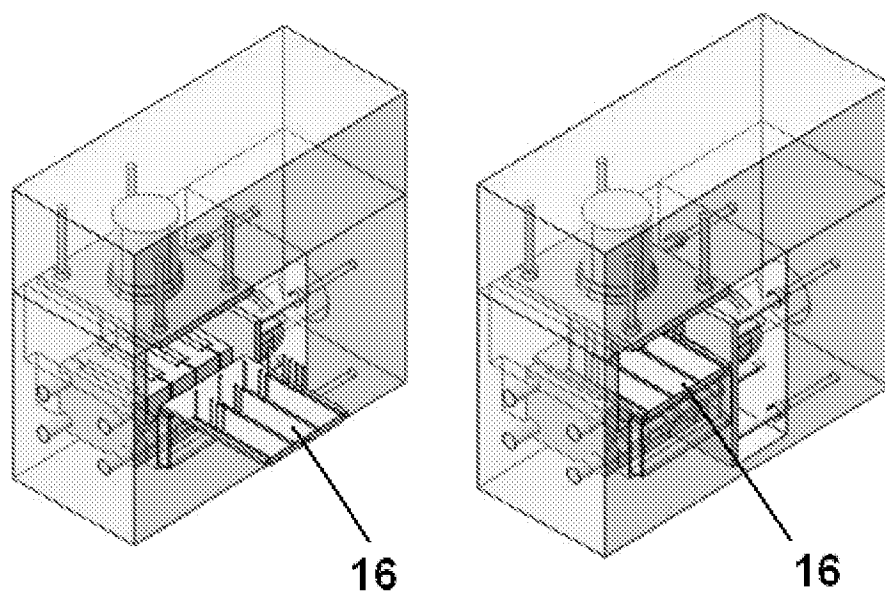


Fig. 16

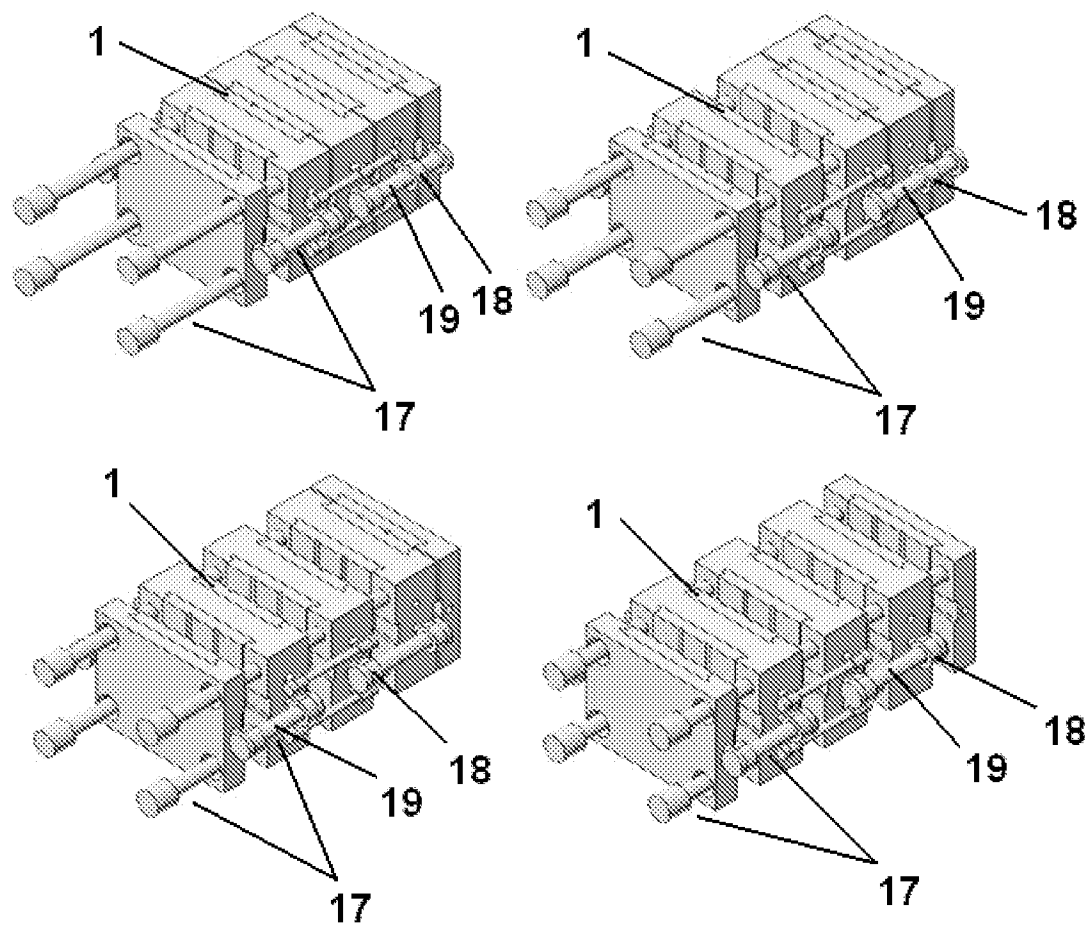


Fig. 17

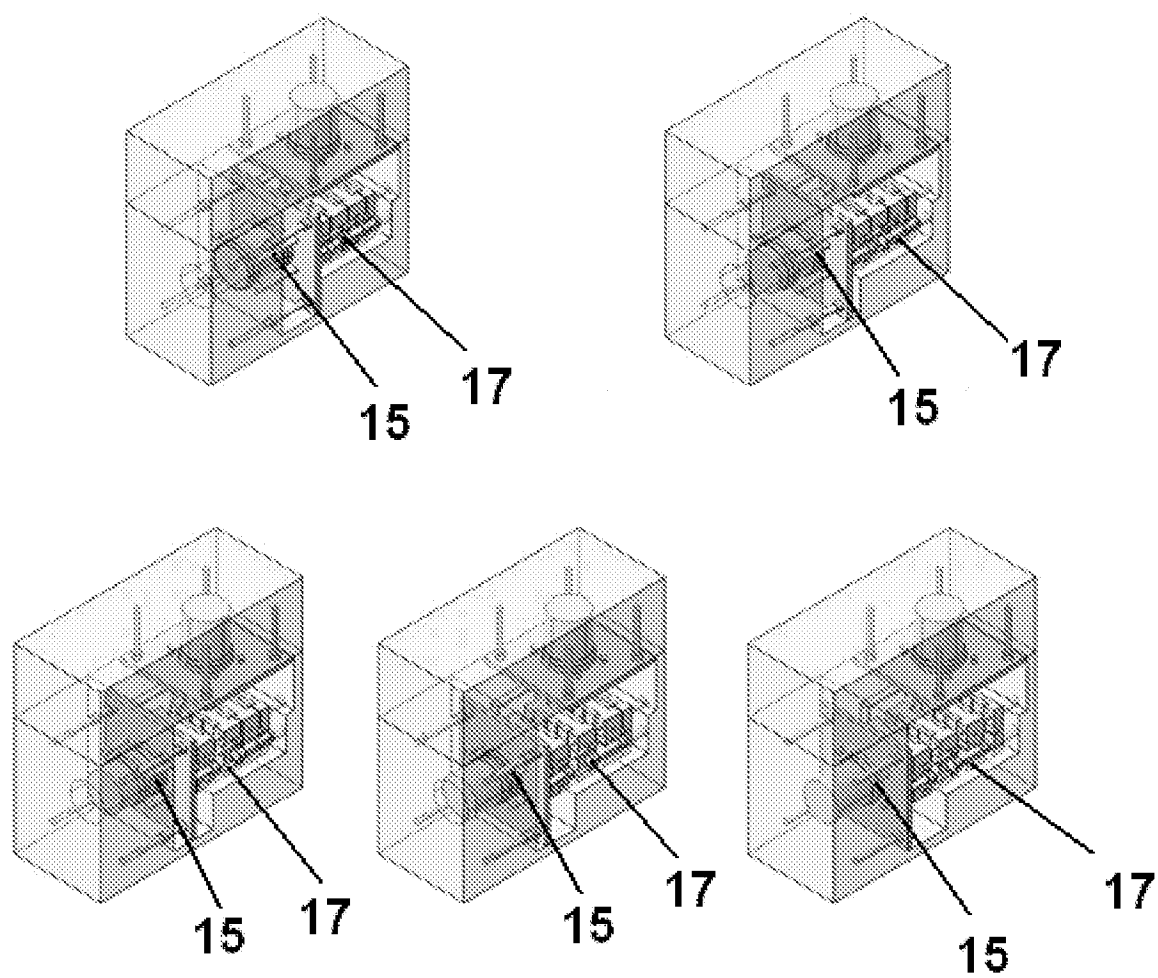


Fig. 18

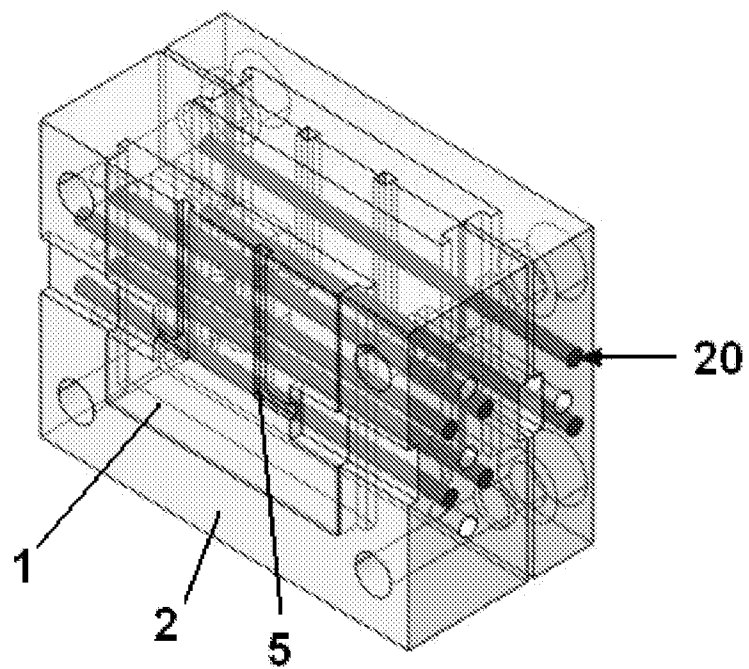


Fig. 19

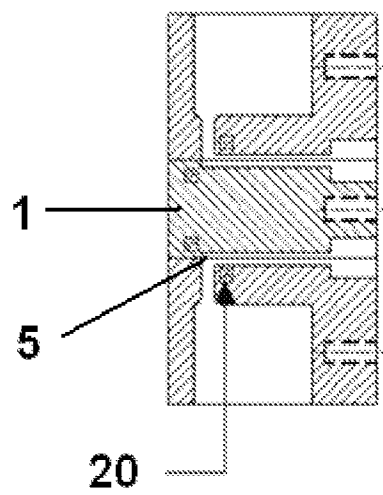


Fig. 20



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201030453

②② Fecha de presentación de la solicitud: 26.03.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **B21C23/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 5600989 A (SEGAL VLADIMIR ET AL.) 11/02/1997, columna 6, línea 8 - columna 7, línea 3; figuras 1,11 - 14.	1-31
Y	US 6386009 B1 (NI CHI-MOU ET AL.) 14/05/2002, columna 1, línea 26 - columna 4, línea 10; figuras 1 - 7.	1-31
A	US 6170309 B1 (MARANDO RICHARD A) 09/01/2001, todo el documento.	1-31
A	US 2004255630 A1 (RAGER CHRISTOPHER A) 23/12/2004, todo el documento.	1-31
A	US 6895795 B1 (CHAUDHURY PRABIR K ET AL.) 24/05/2005, todo el documento.	1

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
21.07.2011

Examinador
A. Andreu Cordero

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: 21.07.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-31	SI
	Reivindicaciones		NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones		SI
	Reivindicaciones	1-31	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 5600989 A (SEGAL VLADIMIR et al.)	11.02.1997
D02	US 6386009 B1 (NI CHI-MOU et al.)	14.05.2002

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 presente invención hace referencia a un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales, al uso de dicho dispositivo, así como al método de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales.

El documento D01 se considera el más próximo del estado de la técnica al objeto de las reivindicaciones 1-26 y en lo que respecta a la primera reivindicación puede entenderse que este documento muestra las siguientes características; describe un dispositivo de compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales que comprende una matriz de extrusión (33), que presenta uno o más canales angulares a través de los cuales se extruyen los materiales, estando dotado dicho canal angular de, al menos, una entrada (43) y, al menos, una salida (44,45). El canal de entrada (43) presenta una sección doble con respecto a los canales de salida (44,45), de manera que dos probetas introducidas en el canal de entrada (43), se extruyen simultáneamente, a través de la compresión de dichas probetas mediante los medios de compresión (56,34) (ver columna 6, línea 8-columna 7, línea 3).

La diferencia fundamental entre el documento D01 y el objeto de la reivindicación 1 radica en la forma de obtener múltiples piezas. En el documento D01, si bien se ha previsto la extrusión simultánea de dos probetas que son introducidas por el canal doble de entrada, no se utilizan pluralidad de matrices apilables en serie.

Sin embargo, la utilización de pluralidad de matrices apilables en serie, ya ha sido empleada en prensas en el campo del hidroformado en el documento D02, también con el fin de obtener varias piezas en cada etapa del proceso, donde una pluralidad de matrices (66,68) son apiladas en serie, reduciéndose significativamente las fuerzas necesarias para efectuar el cierre de las matrices frente al dispositivo convencional representado en la figura 5, al compensarse las fuerzas de reacción que tienden a abrir las matrices y siendo únicamente necesaria la aplicación de fuerza en la primera y en la última para poder realizar el proceso simultáneamente en todas las matrices (ver columna 1, líneas 26-52, columna 3, línea 9-columna 4, línea 10 y figuras 5-7).

Resultaría obvio para el experto en la materia, sobre todo cuando se va a obtener el mismo resultado, aplicar estas características con su correspondiente efecto de compensación de fuerzas a un dispositivo de compresión en canal angular de acuerdo con el documento D01, de modo que se obtenga un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.

Por lo tanto, el objeto de la reivindicación 1 no implica actividad inventiva (artículo 8.1 de la Ley 11/1986 de patentes).

A la vista de los documentos citados, el resto de las reivindicaciones dependientes 2-26, son cuestiones prácticas, las cuales son conocidas de los documentos citados o resultan obvias para un experto en la materia.

La reivindicación independiente 27 hace referencia al uso del dispositivo de extrusión múltiple de materiales mediante compresión. Ésta se encuentra anticipada a partir de la combinación de los documentos D01 y D02, siguiendo un argumento similar al de la primera reivindicación. Así pues, el objeto de la reivindicación 27 carece de actividad inventiva (artículo 8.1 de la Ley 11/1986 de patentes).

A la vista de los documentos citados, el resto de las reivindicaciones dependientes 28 y 29, son cuestiones prácticas, las cuales son conocidas de los documentos citados o resultan obvias para un experto en la materia.

La reivindicación independiente 30 hace referencia al método compresión en canal angular para la extrusión múltiple de materiales. Ésta se encuentra anticipada a partir de la combinación de los documentos D01 y D02, siguiendo un argumento similar al de la primera reivindicación. Por consiguiente, el objeto de la reivindicación 30 carece de actividad inventiva (artículo 8.1 de la Ley 11/1986 de patentes).

A la vista de los documentos citados, la reivindicación dependiente 31, es una cuestión práctica, que es conocida de los documentos citados o resulta obvia para un experto en la materia.