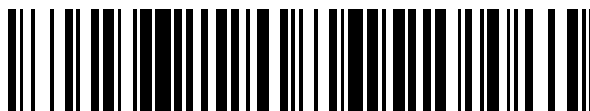


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 350**

51 Int. Cl.:

**B21D 35/00** (2006.01)

**B21D 51/26** (2006.01)

**B06B 3/00** (2006.01)

**B21D 22/20** (2006.01)

**B21C 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.08.2015 PCT/GB2015/052486**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.03.2017 WO17032959**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2015 E 15770586 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 3341146**

54 Título: **Anillos de matriz con vibración ultrasónica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.05.2020**

73 Titular/es:  
**MAGNAPARVA PACKAGING LIMITED (100.0%)**  
**Dock 75 Exploration Drive**  
**Leicester LE4 5NU, GB**

72 Inventor/es:  
**ASHCROFT, MILES**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 759 350 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Anillos de matriz con vibración ultrasónica

**Campo de la técnica**

5 La invención se refiere a una matriz y método según los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 4. Dichos matriz y método se describen por ejemplo en el documento US-A-4854149. Dicha matriz se puede utilizar en un aparato para dar forma a piezas de trabajo de metal conduciendo las piezas de trabajo a la matriz. Tiene particular aplicación para piezas de trabajo anulares que comúnmente tienen simetría circular alrededor del eje de movimiento, por lo cual en los cambios de proceso que forman el perfil longitudinal de la pieza de trabajo, por ejemplo para formar un cuello de radio reducido y forma predeterminada.

**Antecedentes de la invención**

15 Se sabe desde hace tiempo cambiar el perfil longitudinal de una pieza de trabajo anular o tubular mediante la conducción de la pieza de trabajo a lo largo de su eje de simetría a una matriz de forma adecuada para dar forma al perfil deseado, o a una sucesión de matrices que están formadas respectivamente para crear el perfil deseado mediante una secuencia de pasos más pequeños. También se sabe que vibrar la matriz a frecuencias ultrasónicas puede ayudar al proceso de formación mediante la reducción de la fricción entre la matriz y la pieza de trabajo y/o a mejorar la manera en que la superficie de trabajo de la matriz actúa sobre la pieza de trabajo para deformarla.

20 El documento de patente US 4.854.149 (Porucznik et al.) ilustra ejemplos de tal proceso de formación asistido por ultrasonidos. El extremo de la pieza de trabajo a formar se inserta coaxialmente en la abertura perfilada del anillo de matriz. Un transductor se une al anillo de matriz en una ubicación sobre su circunferencia y suministra energía ultrasónica al anillo de matriz. El transductor vibra a lo largo de su propio eje longitudinal, que se alinea con un radio del anillo de matriz. La aplicación radial de vibraciones ultrasónicas al anillo de matriz induce modos resonantes de vibración, dependiendo de la forma y el material del anillo de matriz y la frecuencia aplicada. El anillo de matriz se monta en una máquina de formación a través de un tubo de montaje que es coaxial con el anillo de matriz.

25 El anillo de matriz necesita ser montado con suficiente firmeza para resistir las altas fuerzas ejercidas sobre él durante la formación de la pieza de trabajo metálica, mientras le permite vibrar tan libremente como sea posible con la frecuencia aplicada. Esto es deseable para minimizar la transmisión de vibraciones del anillo de matriz sobre el tubo de montaje, tanto porque esto provoca pérdida de energía del anillo de matriz como porque ello puede interferir con el modo deseado de vibración del anillo de matriz.

30 El documento de patente US 5.095.733 (también de Porucznik et al.) revela y clasifica varios modos resonantes posibles de una matriz con forma de anillo. Esto muestra que el modo preferido es un modo radial puro denominado "R0", en el que el anillo de matriz se expande y se contrae de forma radial, centrado en el eje del anillo, así como la longitud axial se contrae y se expande respectivamente en menor medida.

35 Los inventores actuales han encontrado que el modo R0 radial puro no se puede lograr generalmente a las frecuencias adecuadas y dentro de las limitaciones de espacio típicas de una matriz en una máquina formadora. Sin embargo, el anillo de matriz se puede inducir fácilmente a vibrar en un modo "flexión radial" denominado "RB0", que se ilustra esquemáticamente en las figuras 1A a 1C. La figura 1A muestra un simple, cilindro hueco en su estado de reposo. Como el número armónico es cero, este modo continua mostrando simetría circular alrededor del eje del anillo, por lo que en circunstancias ideales el contacto entre la superficie de trabajo del anillo de matriz y la pieza de trabajo es sincrónico alrededor de cualquier circunferencia dada. La expansión y la contracción también están sincronizadas a lo largo del eje del anillo de matriz. Sin embargo, la amplitud de la vibración no es uniforme a lo largo del eje. En particular, la amplitud de la vibración oscila entre una forma de reloj de arena (figura 1B) y una forma de barril (figura 1C) durante un ciclo de la vibración, que pasa aproximadamente a través de su configuración (figura 1A) cilíndrica original en el punto medio entre cada uno de estos dos extremos. Se puede ver que en la configuración de "reloj de arena" de la figura 1B, la superficie final anular del componente sobresale hacia fuera en un cono convexo, mientras que en la configuración de "barril" de la figura 1C, la superficie final anular del componente se hunde hacia adentro en un cono cóncavo. Téngase en cuenta que la forma de la superficie final en estas configuraciones no es necesariamente un verdadero cono, es decir un plano que contiene el eje puede intersectar la superficie final en una línea curva en lugar de en una línea recta.

**Resumen de la invención**

La invención proporciona una matriz, que comprende:

un anillo de matriz generalmente cilíndrico que comprende una superficie final y que tiene un modo de vibración de flexión radial (RB0) en la que la superficie final oscila entre un estado cóncavo y uno convexo; y

un tubo de montaje coaxial con el anillo de matriz y que se extiende desde la superficie final del anillo de matriz;

caracterizado por que el tubo de montaje se une a la superficie final del anillo de matriz en un radio donde la amplitud de la oscilación de la superficie final es mínima.

5 La invención también proporciona un método de operar una matriz que comprende un anillo de matriz generalmente cilíndrico que tiene una superficie final, y un tubo de montaje coaxial con el anillo de matriz y que se extiende a partir de la superficie final. El método comprende vibrar el anillo de matriz en un modo de flexión radial (RB0), en el que la superficie final del anillo de matriz oscila entre un estado cóncavo y convexo, caracterizado por que la amplitud mínima de la oscilación de la superficie final se produce en un radio en el que el tubo de montaje se une a la superficie final.

10 Haciendo que el radio del tubo de montaje se una a la superficie final del anillo de matriz en un radio en donde la amplitud de la oscilación es mínima, la transmisión no deseada de la energía de vibración desde el anillo de matriz al tubo de montaje se puede reducir. Esto es una ventaja imprevista comparada con la sugerencia de la técnica anterior de que el anillo de matriz debería ser vibrado en un modo R0 puro radial, porque en el modo R0 todos los puntos del anillo de matriz oscilan en fase y no existe un radio en el que la amplitud de oscilación alcance un mínimo.

15 Los dibujos

Las figuras 1A a 1C son vistas en perspectiva de un modelo informático de un componente anular que experimenta una vibración en modo RB0 de flexión radial.

La figura 1D es una vista en sección esquemática de la pared final del componente de la figura 1A, mostrada en los dos extremos de su vibración.

20 Las figuras 2A y 2B son vistas en perspectiva en diferentes orientaciones de una matriz de acuerdo con la invención.

La figura 3 es una sección longitudinal de la matriz de la figura 2.

#### **Descripción de la realización preferida**

25 La figura 1D muestra esquemáticamente la pared final del componente de la figura 1A en los dos extremos de su vibración en el modo RB0 de flexión radial. Las líneas 30 punteadas muestran el componente en su configuración "reloj de arena", que corresponde a la figura 1B. Las líneas 32 continuas muestran el componente en su configuración "barril", que corresponde a la figura 1C. Se puede ver que el movimiento de cualquier punto sobre la superficie de la pared final entre los dos extremos es principalmente en una dirección paralela al eje 34. Un punto P sobre la parte exterior de forma radial de la superficie final se desplaza entre una elongación axial mayor en la configuración barril y una elongación axial menor en la configuración reloj de arena, mientras que un punto Q sobre la parte interior de forma radial de la superficie final hace lo contrario, oscilando 180° desfasado con la parte exterior. En un punto intermedio, en un radio R intermedio, la amplitud de la oscilación de la superficie final debe ser mínima. De hecho, el movimiento de los puntos sobre la superficie final no es en general puramente axial, hay también una componente radial, pero sigue siendo cierto que en un radio intermedio existe un círculo de puntos sobre la superficie final en donde la amplitud de la oscilación de los puntos es mínima.

35 La amplitud se puede definir de varias maneras. Preferiblemente, es la distancia en línea recta entre los puntos que se corresponden con los dos extremos de la oscilación. Alternativamente, la amplitud se puede medir a lo largo del camino que un punto de la superficie sigue entre aquellos dos extremos. Otra posibilidad es medir solamente el componente del movimiento paralelo al eje. Si se prefiere, la amplitud se puede definir como la mitad de cualquiera de los valores mencionados anteriormente, para ajustarse a la definición convencional de una forma de onda. Esto no introduce ninguna diferencia para identificar el radio en el que se produce el valor mínimo.

40 Las figuras 2A, 2B y 3 ilustran una matriz 1 de acuerdo con una realización de la presente invención. La matriz 1 incorpora un anillo 2 de matriz que define un eje 3 central. El anillo 2 de matriz está formado integralmente con un tubo 4 de montaje resonante. El tubo 4 de montaje es coaxial con el anillo 2 de matriz y se extiende axialmente desde una superficie 5 final del anillo 2 de matriz. A lo largo del tubo 4 hay una brida 6 que se proyecta de forma radial, que se utiliza para montar la matriz 1 sobre una máquina formadora (no mostrada) para soportar el anillo de matriz en uso. Como se puede ver en la figura 3, la sección del tubo 4 entre el anillo 2 de matriz y la brida 6 es de pared delgada para ser relativamente flexible y minimizar el acoplamiento de la vibración del anillo 2 de matriz en el tubo 4.

45 El anillo 2 de matriz tiene una abertura 8 central que se abre al extremo axial alejado del tubo 4 de montaje. La pared interior de la abertura 8 define una superficie 10 de trabajo que está perfilada para formar una pieza de trabajo (no mostrada) tubular a medida que se conduce hacia la abertura contra la superficie 10 de trabajo. El anillo 2 de matriz se vibra mediante ultrasonidos para ayudar al proceso de formación.

50 La superficie 12 exterior del anillo 2 de matriz es generalmente cilíndrica. En un punto sobre su circunferencia se forma una superficie plana, paralela al eje, que actúa como una interfase 14 para un transductor (no mostrado) ultrasónico. La superficie 14 de interfase tiene un orificio 16 roscado en su centro para recibir un perno (no

mostrado) que se utiliza para asegurar el transductor.

La forma y el material del anillo 2 de matriz son elegidos de tal manera que, cuando un transductor ultrasónico se acopla a la interfase 14 e introduce energía a una frecuencia predeterminada, el anillo 2 de matriz vibra en el modo RB0 de flexión radial previamente descrito. Durante esta vibración, la superficie 5 final oscila entre una configuración convexa y una cóncava como se ilustra en la figura 1D. El radio R del tubo 4 de montaje donde se une la superficie 5 final es igual que el radio donde la amplitud de esta oscilación de la superficie 5 final es mínima. De forma más precisa, el círculo de puntos sobre la superficie final donde la oscilación es mínima se encuentra dentro del espesor de la pared del tubo de montaje.

5

10

15

Puesto que el tubo 4 de montaje es de pared delgada y flexible, en una primera aproximación los modos de vibración del anillo 2 de matriz se pueden considerar independientemente de aquellos del tubo 4 de montaje. El tubo 4 de montaje se une a la superficie 5 final del anillo 2 de matriz donde la amplitud de vibración es mínima por lo que es deseable diseñar el tubo 4 de montaje de tal manera que la frecuencia de operación del tubo 4 de montaje también sea mínima en esa unión. El tubo 4 de montaje vibra típicamente de un modo asimétrico axial con nodos y antinodos de vibración distribuidos a lo largo de su longitud. A la frecuencia del modo (RB0) de flexión radial del anillo 2 de matriz, un nodo del tubo de montaje coincide preferiblemente con la unión del tubo de montaje y el anillo de matriz para que la amplitud de vibración sea allí un mínimo local.

**REIVINDICACIONES**

1. Una matriz (1), que comprende:

5 un anillo (2) de matriz generalmente cilíndrico que comprende una superficie (5) final y que tiene un modo de flexión radial (RB0) de vibración en el que la superficie (5) final oscila entre un estado cóncavo y uno convexo; y

un tubo (4) de montaje coaxial con el anillo (2) de matriz y que se extiende desde la superficie (5) final del anillo (2) de matriz;

caracterizado por que el tubo (4) de montaje se une a la superficie (5) final del anillo (2) de matriz en un radio en el que la amplitud de la oscilación de la superficie (5) final está en un mínimo.

10 2. Una matriz (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la superficie (5) final es anular.

3. Una matriz (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que a la frecuencia del modo (RB0) de flexión radial del anillo (2) de matriz, el tubo (4) de montaje vibra en un modo en el que la amplitud de la vibración está en un mínimo local en la unión del tubo de montaje y el anillo de matriz.

15 4. Un método para operar una matriz (1) que comprende un anillo de matriz generalmente cilíndrico que tiene una superficie (5) final; y un tubo (4) de montaje coaxial con el anillo (2) de matriz y que se extiende desde la superficie (5) final;

20 el método que comprende un anillo (1) de matriz en un modo de flexión radial (RB0), en el que la superficie (5) final del anillo (2) de matriz oscila entre un estado cóncavo y uno convexo, caracterizado por que la amplitud mínima de la oscilación de la superficie (5) final se produce en un radio en el que el tubo (4) de montaje se une a la superficie (5) final.

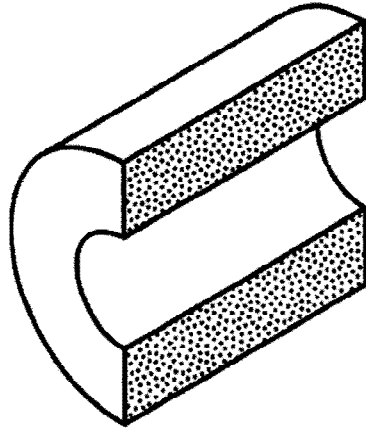


Fig. 1A

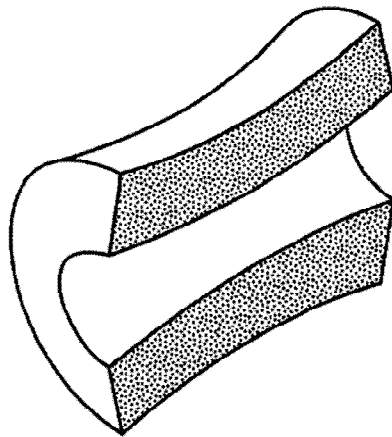


Fig. 1B

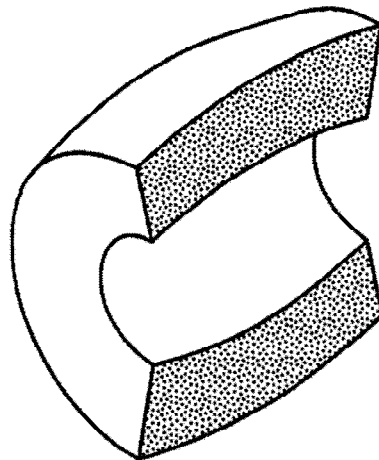


Fig. 1C

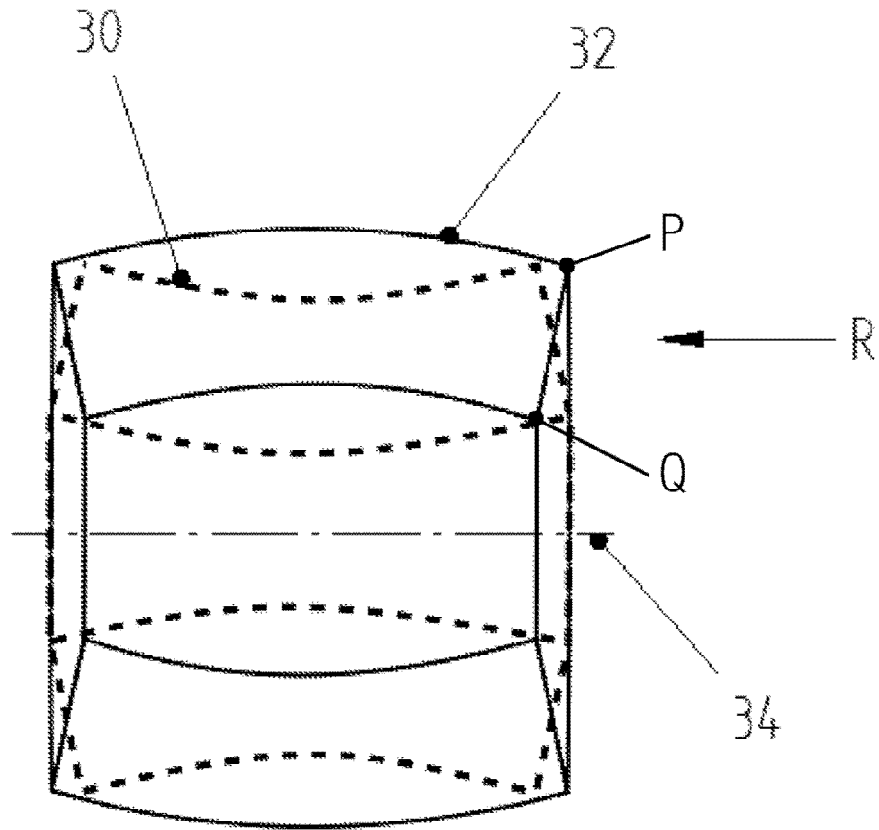


Fig. 1D

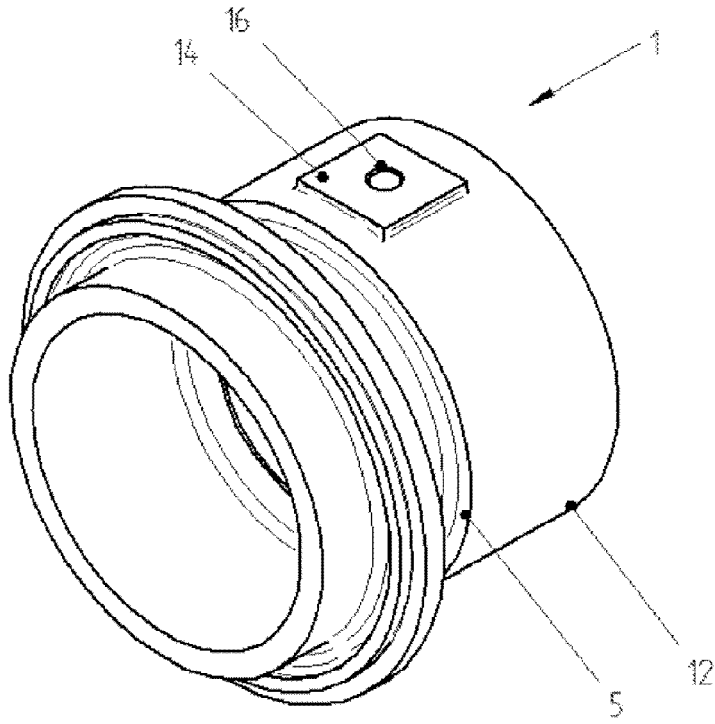


Fig. 2A

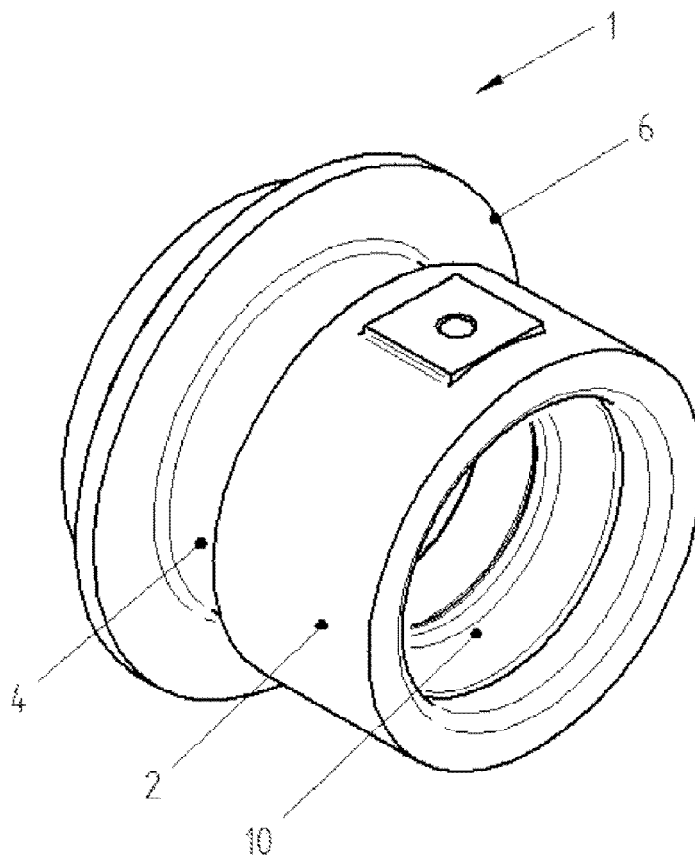


Fig. 2B



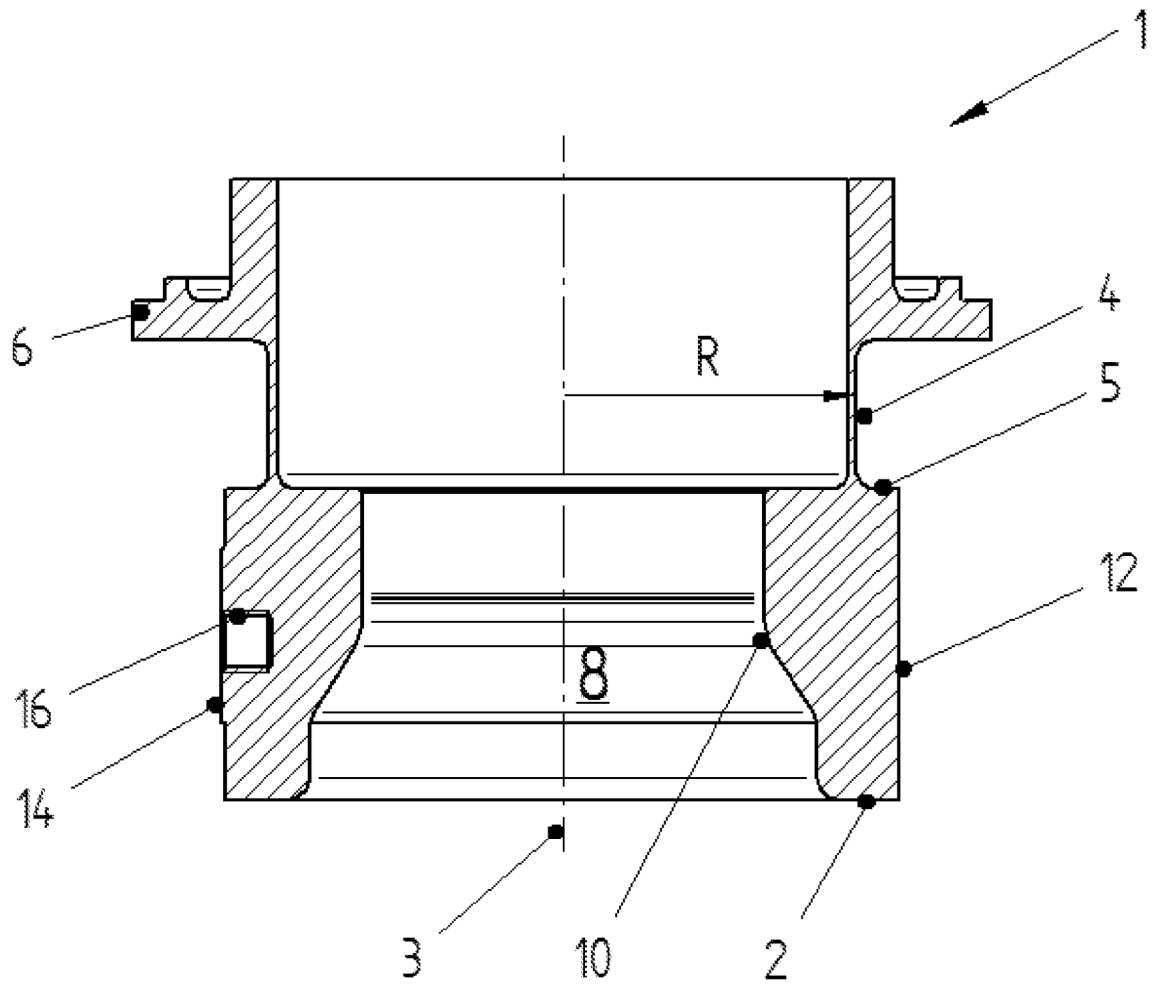


Fig. 3